



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**INVESTIGAÇÃO DO NÍVEL DE DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE MARINGÁ**

Florianópolis, Outubro de 2002



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**INVESTIGAÇÃO DO NÍVEL DE DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE MARINGÁ**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na área de Construção Civil.

RICARDO ROBERTO BOTTER

Florianópolis, Outubro de 2002

RICARDO ROBERTO BOTTER

**INVESTIGAÇÃO DO NÍVEL DE DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE MARINGÁ**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de Construção Civil, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Prof. Jucilei Cordini, Dr.
Coordenador

Banca Examinadora:

Prof. Luiz Fernando Mählmann Heineck, Dr.
Orientador

Prof^ª. Denise Antunes da Silva Dr^a.
Membro

Prof. Ivo José Padaratz Dr.
Membro

Prof. Wellington Longuini Repette Dr.
Membro

Deus quer. O homem sonha. A obra nasce.
Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por ter tornado este trabalho possível;

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Mählmann Heineck, pela orientação, pela dedicação e incentivo no desenvolvimento deste trabalho;

Às professoras doutoras Ana Augusta Ferreira de Freitas e Alexsandra Rocha Meira, pela assistência e estímulo;

Ao Prof. Dr. Cláudio Emanuel Pietrobon, pelo encorajamento e apoio;

Aos meus queridos filhos Paulo Henrique e Lucas, à minha querida esposa Dilma e aos meus preciosos pais Fortunato (*in memorian*) e Eva, pelo carinho, pela paciência, pela solidariedade e por todo o apoio fornecido em todos os momentos;

Ao Prof. Antonio Augusto de Assis, pelo companheirismo e atenção demonstrados, e a Maria Roselene de Lima, pela dedicação;

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de realização do mestrado;

À Universidade Estadual de Maringá que cedeu espaço para a realização deste trabalho, e à Prefeitura do Campus, pela compreensão e incentivo;

E a todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

Era ele que erguia casas
Onde antes só havia chão.
Como um pássaro sem asas
Ele subia com as casas
Que lhe brotavam da mão.
Mas tudo desconhecia
De sua grande missão.

E assim o operário ia
Com suor e com cimento
Erguendo uma casa aqui
Adiante um apartamento
Além uma igreja, à frente
Um quartel e uma prisão:
Prisão de que sofreria
Não fosse, eventualmente
Um operário em construção.

Mas ele desconhecia
Este fato extraordinário:
Que o operário faz a coisa
E a coisa faz o operário.
De forma que, certo dia
À mesa, ao cortar o pão
O operário foi tomado
De uma súbita emoção
Ao constatar assombrado
Que tudo naquela mesa
– Garrafa, prato, facão –
Era ele quem os fazia
Ele, um humilde operário,
Um operário em construção.

Vinicius de Moraes

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE GRÁFICOS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – Justificativa	2
1.2 – Objetivos	4
1.2.1 – Objetivo geral	4
1.2.2 – Objetivos específicos	4
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 – Histórico da Manutenção Predial	5
2.2 – O Ciclo de Vida de um Edifício	9
2.3 – Tipos de Manutenção	11
2.4 – O Processo de Manutenção	11
2.5 – Origens da Necessidade de Manutenção	13
2.5.1 – Manutenção X durabilidade	13
2.5.2 – Manutenção X manifestação patológicas	15
2.5.3 – Manutenção X mudanças nas necessidades dos usuários	17
2.6 – Custos de Manutenção	18
2.7 – A Manutenção e as Etapas do Processo Construtivo	19
2.7.1 – A manutenção e o projeto	19
2.7.2 – A manutenção e a execução de obra	21
2.7.3 – A manutenção e o uso	22
2.8 – Consideração sobre o desempenho das estruturas de concreto armado	22
2.9 – Fundamentos Teóricos dos Principais Fatores Intervenientes no Processo de Corrosão	26
2.9.1 – Período de iniciação	33
2.9.1.1 – A despassivação por carbonatação	34
2.9.1.2 – A despassivação por cloretos	39

2.9.2 – Período de propagação	42
2.9.3 – Potencial de corrosão	44
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	47
3.1 – Definição da Metodologia em Razão da Situação em Estudo	47
3.2 – Fixação dos Parâmetros Utilizados para os Componentes Estruturais	49
3.2.1 – Determinação dos danos incidentes na estrutura	52
3.2.2 – Fixação dos fatores de ponderação (Fp)	55
3.2.3 – Definição dos fatores de intensidade (Fi)	56
3.2.4 – Determinação do grau do dano (D)	59
3.2.5 – Fixação do grau de deterioração de um elemento (Gde)	62
3.2.6 – Definição do grau de deterioração da família (Gdf)	64
3.2.7 – Determinação do grau de deterioração da estrutura (Gd)	65
CAPÍTULO 4 – APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	75
4.1 – Primeiro Estudo de Caso: Bloco C23	75
4.2 – Segundo Estudo de Caso: Bloco F67	77
4.3 – Terceiro Estudo de Caso: Bloco P03	78
4.4 – Quarto Estudo de Caso: Bloco D34	79
4.5 – Quinto Estudo de Caso: Bloco G34	81
4.6 – Sexto Estudo de Caso: Bloco G56	82
CAPÍTULO 5 – ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	90
6.1 – Considerações Sobre a Aplicabilidade e Eficácia da Metodologia Utilizada	90
6.1.1 – Aplicação do relatório de vistoria técnica de acordo com a metodologia utilizada	90
6.1.2 – Aplicação do relatório de inspeção técnica de acordo com a metodologia utilizada	91
6.1.3 – Cálculo do valor do grau de deterioração dos elementos estru- turais	92
6.1.4 – Cálculo do valor do grau de deterioração das famílias de ele- mentos estruturais	93
6.1.5 – Cálculo do valor do grau de deterioração das estruturas	94

6.2 – Crítica à Metodologia Utilizada	95
6.3 – Sugestões para Trabalhos Futuros	96
REFERÊNCIAS	97
ANEXOS	104

LISTA DE FIGURAS

Figura	Legenda	Pág.
2.1	O ciclo de vida dos edifícios	10
2.2	Manutenção X durabilidade	14
2.3	Manutenção X manifestações patológicas	16
2.4	Manutenção X mudanças das necessidades dos usuários	17
2.5	Modelo de equilíbrio de uma estrutura de concreto	24
2.6	Modelo de corrosão eletroquímica	29
2.7	Modelo de vida útil de Tuutti	30
2.8	Conceituação de vida útil das estruturas de concreto tomando-se por referência o fenômeno da corrosão das armaduras	31
2.9	Representação esquemática da evolução da carbonatação com o tempo em componentes estruturais submetidos a ambientes interiores e a ambientes exteriores sujeitos a ciclos de molhagem e secagem	37
2.10	Nomograma para predição do coeficiente K_{co_2} da equação 2.1	38
3.1	Grau do dano (D) X Fator de intensidade do dano (Fi) definido por Castro, 1994	60
3.2	Fluxograma da metodologia para o cálculo do grau de deterioração da estrutura (Gd)	67

LISTA DE TABELAS

Tabela	Conteúdo	Pág.
2.1	Custo de reposição em relação ao país e tipo de edifício	18
2.2	Classificação da resistência dos concretos ante o risco de corrosão das armaduras	33
2.3	Valores da função de erro de Gauss	41
2.4	Critérios de estimação da corrosão por meio de medidas de potencial de corrosão segundo a ASTM C 876	46
3.1	Dados referentes aos edifícios pesquisados	47
3.2	Fatores de ponderação dos danos (Fp), definidos por Lopes (1998)	56
3.3	Classificação dos danos, fatores de intensidade (Fi) e tipos de manifestação	57
3.4	Frequência dos fatores de ponderação (Fp) e grau dos possíveis danos	61
3.5	Valores limites de Gde, de acordo com Lopes (1998)	64
3.6	Ordenação dos níveis de deterioração do elemento, considerada por Lopes (1998)	64
3.7	Valor do fator de relevância estrutural (Fr) adotado por Castro (1994)	65
3.8	Valor do fator de relevância estrutural (Fr) adotado por Lopes (1998)	66
3.9	Ordenação dos níveis de deterioração da estrutura, considerada por Lopes (1998)	68
5.1	Resumo dos resultados obtidos nas planilhas sinopse dos danos referentes aos edifícios vistoriados	85
5.2	Frequência dos danos identificados por bloco pesquisado	88
5.3	Resumo dos danos identificados com os respectivos percentuais de frequência e grau acumulado dos danos, por edifício	89

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico	Conteúdo	Pág.
5.1	Grau de dano acumulado por bloco	84
5.2	Grau de deterioração das famílias de pilar principal	86
5.3	Grau de deterioração das famílias de viga	86
5.4	Grau de deterioração das famílias de laje	87
5.5	Grau de deterioração da estrutura (Gd)	87

RESUMO

BOTTER, Ricardo Roberto. **Investigação do nível de deterioração de estruturas de concreto armado:** estudo de caso no campus da universidade estadual de Maringá. Florianópolis, 2002, 289p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Esta dissertação propõe-se a apresentar um estudo de caso realizado na estrutura de concreto armado de seis edificações executadas mediante o sistema construtivo tradicional. Neste trabalho, a discussão dos vários aspectos que envolvem o processo de manutenção predial é importante, pois deixa claro que tal processo tem seu início na fase de projetos da edificação. O objetivo é a investigação do estado de manutenção da estrutura de concreto armado de edifícios, com base no nível de deterioração dos componentes da estrutura das edificações em estudo, bem como avaliar a eficácia da metodologia aplicada para obtenção dos dados. A metodologia utilizada foi a desenvolvida por Castro (1994), com as adaptações propostas por Lopes (1998), visando investigar o nível de deterioração da estrutura de concreto armado. A citada metodologia estabelece critérios de quantificação para o grau de deterioração dos elementos estruturais isolados e da estrutura como um todo, baseando-se em parâmetros que levam em consideração as manifestações mais frequentes de danos, sua evolução e a influência do meio ambiente em que a estrutura está localizada. São apresentados, em planilhas, os dados referentes ao nível de deterioração da estrutura e os demais resultados obtidos por meio de tratamento matemático, utilizando-se os dados dos relatórios técnicos de vistoria e de inspeção das edificações estudadas. O resultado final ficou parcialmente prejudicado e mostrou que a metodologia pode ser considerada eficaz para a determinação do nível de deterioração dos elementos estruturais individualmente; entretanto, para o nível de deterioração das famílias constituídas por esses elementos e para o nível de deterioração da estrutura como um todo, a metodologia mostrou-se ineficaz, por apresentar uma forte tendência de nivelar os resultados obtidos.

ABSTRACT

BOTTER, Ricardo Roberto. **Investigation of the level of deterioration of structures of armed concrete:** one study of case in the campus of the state university of Maringá. Florianópolis, 2002, 289p. Dissertation (Mastership) - Federal University of Santa Catarina, Program of Masters degree in Civil Engineering.

This dissertation intends to present a case study accomplished in the structure of reinforced concrete of six constructions executed by the traditional constructive system. In this work, the discussion of the several aspects that involve the process of property maintenance is important, because it makes clear that the process has its beginning in the construction project phase. Its objective is the investigation of the maintenance state of the reinforced concrete structure of buildings, according to the deterioration level of the structure components from the constructions in study, as well as to evaluate the effectiveness of the applied methodology to obtain the data. The used methodology was developed by Castro (1994), with adaptations proposed by Lopes (1998), seeking to investigate the deterioration level of the reinforced concrete structure. The mentioned methodology establishes quantification criteria for the deterioration degree of the isolated structural elements and of the structure as a whole, based on parameters that take into account the most frequent damage manifestations, their evolution and the influence of the environment where the structure is located. The data are presented in spreadsheets, regarding the structure deterioration level and the other results obtained through mathematical treatment. The data of the technical reports of inspection and of the studied constructions were used. The final result was partially accomplished but it showed that the methodology can be considered effective for the determination of the deterioration level of structural individual elements and of the families constituted by those elements, however, for the structure deterioration level as a whole the methodology was shown ineffective because it presented a strong tendency to level the obtained results.

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

A NBR 5674 define manutenção como sendo o procedimento técnico-administrativo que tem por finalidade levar a efeito as medidas necessárias à conservação de um imóvel e à permanência das suas instalações e equipamentos, de modo a mantê-los em condições funcionais normais, tal como as que resultaram da sua construção, em observância ao que foi projetado.

Zingoni (2002) informa que a manutenção assume hoje crescente importância dentro do processo de construção, não só na Europa, África do Norte, Oriente Médio e Ásia, onde uma proporção considerável das edificações tem cerca de 100 anos de uso, mas também no restante do mundo, onde edifícios construídos nos últimos 50 anos estão exigindo providências, visando o prolongamento de sua vida útil. Para assegurar a efetividade dessas medidas, pesquisas estão sendo realizadas e novas técnicas estão sendo desenvolvidas.

Para Mailvaganam (2001), no passado a prática era substituir edifícios velhos, que se haviam deteriorado ou que não mais serviam às necessidades dos usuários. Atualmente, a deterioração disseminada dos ambientes construídos e o alto custo de substituição não deixam outra opção a não ser a reabilitação e manutenção do existente.

Segundo Perez (1988), os trabalhos de manutenção de edifícios no Brasil tendem a ser mais frequentes do que costumavam ser. Isso se deve, em parte, ao elevado custo das novas construções, tornando-se economicamente mais vantajoso manter o que já existe e evitar sua obsolescência. Por outro lado, a maioria dos edifícios brasileiros já mostra indícios de que maiores cuidados de manutenção são imprescindíveis. Devido a isso, a tecnologia de manutenção de edifícios tende a ocupar papel de destaque no Brasil, assim como vem ocupando em outros países.

Essa ênfase poderia ser maior; entretanto, segundo Seeley (1982), quando ocorre uma crise econômica, a manutenção predial está entre as primeiras atividades a sentir o seu efeito. Conforme Lopes (1998), outro fator que contribui para que a atividade de manutenção tenha menor evidência é o fato de que os custos ocorrem ao longo do tempo e, na maioria dos casos, não existe um controle que possibilite uma contabilização específica que informe a totalidade dos gastos efetuados.

Durante a vida útil da edificação, esta estará submetida a um conjunto de condições de exposição de diferentes naturezas, sofrendo um processo de deterioração. A manutenção tem importância fundamental no desempenho da edificação, pois é através dela que se pode

assegurar o desempenho dos seus componentes acima de um nível mínimo que satisfaça as exigências do usuário, conforme Dal Molin e Campagnolo (1989).

Carmo (2001) afirma que os problemas de deterioração, quando não tratados, evoluem com o tempo, gerando insatisfação aos usuários, aumento dos custos de recuperação, além de risco de colapso da estrutura.

John e Cremonini (1989) informam que, de maneira geral, estima-se que os custos de manutenção anuais médios estejam entre 1% e 2% do custo de reposição dos edifícios.

Bonin (1988), estimou que as atividades de manutenção do estoque de habitações podem atingir cerca de 2,6% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro.

Segundo Lopes (1998), é fundamental obter e armazenar dados referentes à manutenção, tais como gastos com serviço e material de reposição, quantidade de unidades, respectivas áreas construídas, tipo de edificações e padrões construtivos. Os custos anuais unitários e em percentuais, com referência ao valor de reposição, são dados importantes para o sistema de manutenção, pois, através deles, é possível ter maior percepção da situação dos gastos, auxiliando, dessa forma, na tomada de decisão visando reduzi-los e no cálculo dessa redução.

O equacionamento técnico dos problemas de manutenção passa pela difusão da preocupação com o tema e pelo desenvolvimento de processo para análise de projeto sob a ótica do seu impacto sobre as necessidades de manutenção. Passa também pelo estudo dos problemas gerenciais e técnicos relativos às atividades de manutenção. É somente para os envolvidos no processo de produção que o edifício termina quando do final de sua execução. Para o conjunto da sociedade, é nesse momento que ele começa a cumprir o papel que lhe é próprio, segundo John e Cremonini (1989).

1.1 - Justificativa

A Universidade Estadual de Maringá - UEM, em seu campus-sede, dispõe hoje de 100.123,01m² (cem mil, cento e vinte e três vírgula zero um metros quadrados) de instalações físicas cobertas e de 33.345,07m² (trinta e três mil, trezentos e quarenta e cinco vírgula zero sete metros quadrados) de instalações físicas descobertas, áreas essas representadas por 194 (cento e noventa e quatro) construções.

A execução dessas edificações varia no período compreendido entre 1973 e 2002. Portanto, algumas edificações superam os 29 anos de uso, necessitando constantemente de reparos.

Não faz parte da rotina da instituição nenhum tipo de levantamento sistematizado que objetive levantar/indicar, de alguma forma, o estado de manutenção dos edifícios no interior do campus-sede.

A UEM, por meio da Prefeitura do campus-sede e de suas diretorias, encontra dificuldades para dar atendimento às necessidades da instituição, o que acarreta vários problemas de ordem administrativa e técnica, entre os quais se destacam a insatisfação dos usuários e a degradação dos componentes da edificação. Os edifícios apresentam uma realidade preocupante, pois exibem sinais de deterioração em elementos estruturais onde a frequência e a intensidade dos danos parecem ser diretamente proporcionais à idade das estruturas. Isso vem ao encontro da afirmação de John e Cremonini (1989), quando advertem que os órgãos públicos, em geral, não realizam as atividades de manutenção necessárias. São conhecidos os cíclicos problemas com escolas e o grave problema das rodovias. O patrimônio público se deteriora prematuramente, com desperdício de recursos financeiros, enquanto os usuários são expostos a desconfortos, quando não a riscos de vida.

Até o momento, o que se faz é a manutenção corretiva de componentes que apresentam falhas em seu funcionamento original. Muitas vezes os reparos dessas falhas chegam após terem ocorrido avarias em outros componentes, o que torna o processo ainda mais desgastante perante a comunidade universitária. Dessa forma, acabam implicando maiores custos financeiros e prejudicando as atividades desenvolvidas no local. Isso confirma o que apontam John e Cremonini (1989), segundo os quais uma edificação deve ser avaliada pela eficiência com a que atende às necessidades de seus usuários diretos e indiretos. As necessidades dos usuários podem ser condensadas em itens de segurança, conforto, higiene, durabilidade e economia.

Os mecanismos de deterioração do concreto, segundo Long et al. (2001), são controlados pelo meio ambiente, pela microestrutura da pasta e pela resistência à fratura do concreto. Fatores ambientais, tais como variações sazonais de temperatura, ações do gelo e degelo, chuvas, variação de umidade relativa e concentração danosa de substâncias químicas na atmosfera e na água em contato com o concreto, são as causas principais de degradação. Entretanto, o fator mais importante para a ocorrência da deterioração é o ingresso de umidade no interior do concreto. Assim, a permeabilidade do concreto para o macroambiente durante a sua vida de serviço pode ser usada como medida de sua durabilidade.

Conforme John e Cremonini (1989), são fatores de degradação dos edifícios os agentes atmosféricos (precipitação pluviométrica, radiação, temperatura, gases poluentes, constituintes do ar e vento), agentes biológicos (roedores, fungos e bactérias), a sobrecarga

incidente na peça, fenômenos de incompatibilidade química ou física entre os diversos materiais e o desgaste devido ao uso. Isso corresponde às condições dos edifícios construídos no campus-sede a partir de 1978, os quais possuem componentes que apresentam sinais visíveis de degradação, implicando um processo contínuo de deterioração.

Para Silva (1989), os edifícios permanecem em operação até que se tornem obsoletos. A obsolescência física origina-se da deterioração dos materiais, componentes e/ou elementos da edificação, e, para evitá-la ou retardá-la, são necessários serviços de manutenção adequados. Para John e Cremonini (1989), as preocupações principais da engenharia e da arquitetura estão relacionadas com os problemas apresentados na fase de produção dos edifícios e os problemas de manutenção e operação destes, na quase totalidade das vezes, são desconsiderados. Isso justifica a preocupação com as edificações construídas no campus-sede da UEM, que se constituem em um dos principais itens do patrimônio da instituição. A permanência das características físicas funcionais iniciais das instalações, por meio de uma manutenção adequada, é assunto que se reveste de grande importância.

1.2 – Objetivos

1.2.1 - Objetivo geral

Investigar o estado de manutenção da estrutura de concreto armado de edifícios executados em épocas diferentes, no campus-sede da Universidade Estadual de Maringá, com base no nível de deterioração dos componentes da estrutura das edificações em estudo.

1.2.2. - Objetivos específicos

Efetuar o levantamento dos dados necessários através de vistorias e inspeções técnicas realizadas nos edifícios pesquisados;

Classificar as edificações segundo os danos levantados;

Avaliar a eficácia da metodologia utilizada;

Colaborar com o processo de intervenção nos edifícios, se necessário, quanto à priorização das etapas dos serviços.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Histórico da Manutenção Predial

O estudo científico sobre manutenção teve início no final dos anos 1950 nos países desenvolvidos, principalmente na Inglaterra e nos países escandinavos, conforme Lopes (1993).

Segundo Mills (1980), citado por Lopes (1993), o estoque predial da Grã-Bretanha é mais velho do que o de países como os Estados Unidos, Japão e Alemanha. Cerca de 20% do estoque residencial é do século XIX, 40% dos hospitais foram construídos há 100 anos e 50% dos prédios de fábricas foram construídos antes da Segunda Guerra Mundial, tendo mais de 50 anos.

Na Suécia, a origem dos sistemas de manutenção predial deu-se a partir de inventários para o levantamento dos problemas de prédios em uso. Bo Lönn (1983), afirmou que o primeiro estudo foi executado no final da década de 1950 e tratou de problemas causados por falhas de projeto em telhas asfálticas sobre uma base de concreto leve, utilizadas como cobertura naquele país. A partir desse estudo, outros componentes foram pesquisados, surgindo assim o interesse em sistematizar a coleta de informações visando aprimorar os conhecimentos e o controle sobre o desempenho dos materiais durante o uso.

Conforme Lopes (1993), foi criado em 1979 o Grupo de Trabalho 70 (CIB W70), pelo International Council for Building Studies and Documentation, demonstrando o aumento do interesse internacional pelo estudo do assunto. Rotterdam, na Holanda, em 1979, sediou o primeiro Congresso organizado pelo Grupo de Trabalho 70, que teve como tema Métodos para Pesquisa e Descrição do Estoque de Edifícios. Segundo Heerma (1982), citado por Lopes (1993), a principal contribuição desse Congresso foi a constatação da falta de dados a respeito das condições de conservação do estoque predial e de metodologia para abordar o assunto.

O segundo Congresso realizado em 1981 na cidade de Estocolmo, na Suécia, abordando o mesmo tema debatido em 1979, chegou à conclusão de que havia necessidade de organização do estudo, de forma que diferentes problemas, métodos e projetos pudessem ser abordados, permitindo a reunião da experiência acumulada, de metodologias, e o relacionamento dos problemas em um único campo de conhecimento.

A cidade de Edimburgo, capital da Escócia, sediou o Congresso de 1983, cujo tema foi Sistemas de Manutenção Predial. Nessa época, o enfoque do assunto assumiu um caráter

dinâmico, passando a abordagem do problema a ser direcionada para a criação de um sistema capaz de explicar processos em andamento, e deixando para trás a fase em que a discussão sobre o assunto fazia-se na forma de pesquisa isolada, com a descrição e análise de uma situação, conforme Lopes (1993).

O Grupo de Estudos 70 do CIB, cinco anos depois, portanto em 1988, promoveu outro Congresso, que também teve sua sede em Edimburgo e cujo tema foi Manutenção de Estoques Prediais durante toda a sua Vida Útil. Esse Congresso já deixava claro que a abrangência do assunto estava continuamente crescendo e que o enfoque do estudo se voltava para todo o processo de criação, execução e uso da edificação. Assim, o estudo sobre o assunto envolvia todo o processo, de uma forma sistêmica, desde o início da fase de projeto até o final da vida útil do edifício, segundo Lopes (1993).

A cidade de Rotterdam, em 1992, sediou mais um Congresso, que teve como tema Inovações em Manutenção, Gerenciamento e Modernização de Edificações, sendo os estudos e apresentação dos trabalhos distribuídos em 14 áreas diferentes. O conteúdo dessas áreas de estudo, conforme Lopes (1993), abrange desde o cálculo do custo global da obra, da manutenção dos seus componentes e da modernização, compreendendo aspectos legais, metodológicos, da área de saúde, avaliação pós-ocupação elaborada pelos usuários, até a criação de cursos e instituições para formação de novos profissionais na área.

O Grupo de Estudos 70 do CIB realizou no período de 15 a 17 de novembro de 2000, em Brisbane, cidade da Austrália e capital do estado de Queensland, o último Congresso, cujo tema foi Administração de Instalações e Manutenção, sendo os estudos e apresentação dos trabalhos distribuídos em 12 seções, a saber:

- a) desenvolvimentos estratégicos na administração de instalações e na manutenção de bens;
- b) o emprego da informação e da tecnologia na administração e manutenção de instalações;
- c) educação e treinamento em administração de instalações e manutenção de bens;
- d) administração e planejamento de espaço, auditorias portuárias e instalações;
- e) desempenho dos bens – medições e avaliação;
- f) tecnologia de manutenção de bens;
- g) métodos de vistoria e avaliação das condições dos bens;
- h) desenvolvimentos na obtenção de serviços de apoio;
- i) suporte do poder público à administração e manutenção;
- j) conservação e revitalização de edifícios;
- k) práticas de administração e manutenção de bens;

- l) administração de instalações e manutenção de bens – Uma agenda de pesquisa para o século XXI.

Para Lopes (1993), os estudos sobre o assunto e a atividade de manutenção predial são escassos no Brasil, sendo que no tocante ao aspecto de durabilidade dos edifícios tendem a ser considerados como insuficientes.

Em 1977, a NB 595 – Manutenção de Edificações – Procedimentos foi elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e em 1980, sob número NBR 5674, foi registrada no Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade (INMETRO). Essa norma, segundo Lopes (1993), não tem um conteúdo capaz de orientar de forma consistente a efetiva organização de um Sistema de Manutenção Predial.

A NBR 14037 estabelece o conteúdo a ser incluído no manual de operação, uso e manutenção de edificações, com recomendações para a elaboração e apresentação.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul, juntamente com a Secretaria do Interior e Obras Públicas do Estado do Rio Grande do Sul, organizou, em 1988, o Seminário de Manutenção de Edifícios, sediado em Porto Alegre. Esse Seminário teve como principal objetivo estudar as causas do alto custo de manutenção detectado no sistema escolar do Rio Grande do Sul.

Nos dias 18 e 19 de maio de 1989, a Universidade de São Paulo, através da Escola Politécnica – Departamento de Engenharia de Construção Civil, promoveu o IX Simpósio Nacional de Tecnologia da Construção Civil, que teve como tema Reparos, Reforços e Proteção das Estruturas de Concreto, visando discutir os mecanismos de degradação dos materiais, componentes e estruturas de concreto armado.

O conteúdo dos 4 painéis apresentados versava sobre diagnóstico de problemas e programas de manutenção, reparos estruturais, reforços estruturais e proteção superficial de estrutura de concreto

Ainda em 1989, nos dias 23 e 24 de novembro, a Universidade de São Paulo, (USP), através da Escola Politécnica – Departamento de Engenharia de Construção Civil, e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, (IPT), por meio de sua Divisão de Construção Civil, firmaram um convênio que resultou na realização, na cidade de São Paulo, do X Simpósio Nacional de Tecnologia da Construção Civil, que teve como tema A Manutenção na Construção Civil, demonstrando o grande interesse que tal tema despertara a partir do Seminário de 1988.

O conteúdo dos 14 trabalhos apresentados versavam sobre os seguintes temas:

- a) plano de inspeção e manutenção de usina hidroelétrica;

- b) manutenção de vias permanentes do metrô;
- c) manutenção em instalações operacionais de saneamento básico;
- d) planos de inspeção e manutenção de barragens;
- e) projeto e manutenção de pontes;
- f) manutenção predial;
- g) manutenção de marquises de concreto;
- h) manutenção de revestimentos de pedra;
- i) manutenção de sistemas protetores de fachadas;
- j) manutenção da pintura em edifícios em aço;
- k) manutenção de instalações hidráulicas prediais;
- l) avaliação de custo global em edifícios;
- m) supervisão e automação predial;
- n) automação dos sistemas.

No período de 17 a 19 de novembro de 1993, a Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ANTAC promoveu, na cidade de São Paulo, o Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, cujo tema foi Avanços em Tecnologia e Gestão da Produção de Edificações. Na ocasião, foram discutidos problemas, propostas, soluções e tendências para o aperfeiçoamento da produção de edificações e seu entorno imediato.

Passados dois anos, no período de 20 a 22 de novembro de 1995, a ANTAC promoveu, na cidade do Rio de Janeiro, o ENTAC 95, que tratou do tema Qualidade e Tecnologia na Habitação, enfocando um dos maiores desafios da sociedade brasileira, qual seja o desenvolvimento de uma política habitacional e de modernização industrial da construção civil, que resultasse em melhores padrões de qualidade do ambiente construído, em especial na habitação popular.

Em São Leopoldo – RS, nos dias 30 de junho e 1º de julho de 1997, a Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ANTAC promoveu o seu primeiro evento na área de durabilidade, visando principalmente proporcionar o intercâmbio entre pesquisadores e formular diretrizes para a continuidade das pesquisas na área. O evento foi um workshop sobre o tema Durabilidade das Construções, organizado pelo Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS e a Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA).

Em março de 1998, o Instituto Brasileiro do Concreto – IBRACON, em conjunto com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) promoveu o Simpósio sobre Durabilidade do Concreto, que contou com a apresentação de 9 trabalhos sobre o assunto.

O ENTAC 98 aconteceu no período de 27 a 30 de abril, na cidade de Florianópolis - SC, com o tema Qualidade no Processo Construtivo, enfocando a indústria da construção civil brasileira, que, por um lado, traz os maiores índices de acidentes de trabalho e desperdícios, e, por outro, mais emprega mão-de-obra. Assim, o setor insere-se numa tendência mundial de procura pela modernização do processo construtivo.

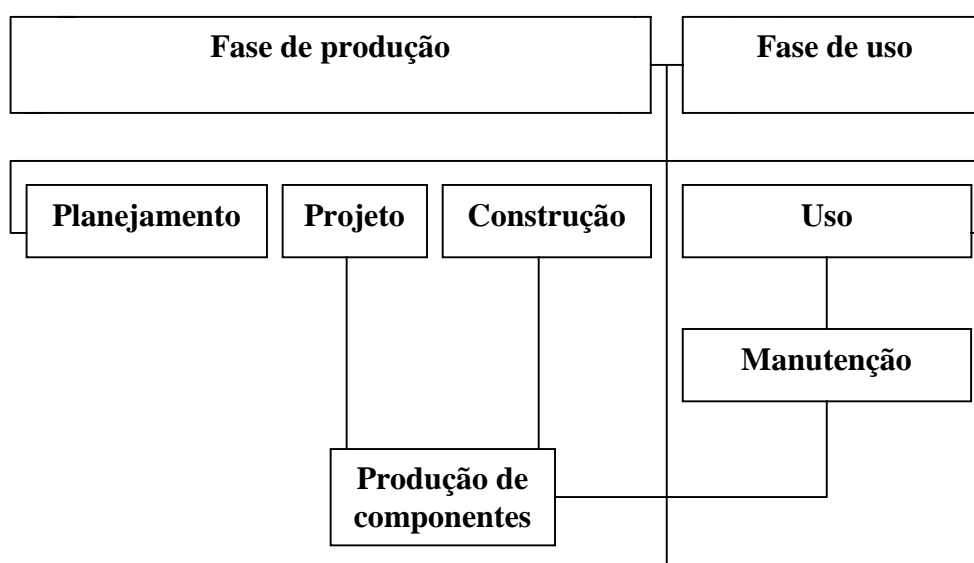
No período de 25 a 28 de abril de 2000, realizou-se na cidade de Salvador – BA o ENTAC 2000, que teve a Modernização e Sustentabilidade como tema, enfocando a perspectiva do meio ambiente e a concepção do desenvolvimento sustentável como condição prévia para deter e reverter o processo de degradação ambiental que atua sobre a maior parte das cidades do planeta.

Na cidade de Foz do Iguaçu – PR, realizou-se o ENTAC 2002, no período de 7 a 10 de maio, cujo tema foi Cooperação & Responsabilidade Social, enfocando desafios como a busca de cooperação entre diferentes agentes, públicos e privados, que atuam na perspectiva de um processo de produção do ambiente construído mais sustentável, no sentido de colaborar para a solução de problemas que angustiam grande parte da população. A sustentabilidade nesse contexto é entendida não apenas sob a perspectiva da preservação do meio ambiente, mas também sob o ponto de vista econômico e social, numa abordagem inclusiva e de longo prazo.

Todos esses eventos tiveram em comum o objetivo maior de difundir e ampliar os conhecimentos adquiridos, visando a dilatação da vida útil das construções.

2.2 - O Ciclo de Vida de um Edifício

Para John e Cremonini (1989), a vida de um edifício pode ser subdividida em diversas partes, conforme mostra a figura 2.1. A fase de produção envolve as atividades de planejamento, projeto e construção, etapas essas já consagradas e bastante conhecidas no âmbito da arquitetura e da engenharia civil. É a fase de produção que determina o quão eficiente vai ser o edifício, sob o ponto de vista dos seus futuros usuários. Segue-se a ela a fase de uso, que envolve as atividades de operação e manutenção do edifício.

Figura 2.1. O ciclo de vida dos edifícios

FONTE: JOHN, V.M.; CREMONINI, R.A., 1989, p.127.

Para Mailvaganam (2001), a manutenção é uma necessidade que ocorre periodicamente, devido à degradação natural dos materiais e da estrutura e aos efeitos combinados de uso e fatores ambientais.

John e Cremonini (1989) afirmam que evitar a ocorrência de um problema na fase de planejamento e projeto custa pouco. Corrigir o mesmo problema na fase de execução custa mais caro. Se o problema for transferido ao usuário, seu custo será ainda muito maior.

Faber e Sorensen (2002) informam que, devido às características diferentes das fases do processo de degradação, o custo de manutenção é altamente dependente de quando e como esses serviços são implementados. Se o processo de deterioração for descoberto em sua fase inicial, possibilitará realizar-se a manutenção por meios simples e com um custo menor; entretanto, se o processo já estiver em fase adiantada e exigir serviços especializados o custo da manutenção será bem maior.

Redmond et al. (1997) afirmam que a causa principal da ocorrência de deterioração, em uma estrutura de concreto armado adequadamente construída, são os efeitos ambientais. A recuperação representa parte crescente das despesas de manutenção em estruturas de concreto, tornando necessário quantificar e delinear o processo de deterioração e de manutenção da estrutura.

Sitter (1986), discutindo o problema de ocorrência de corrosão em armaduras de concreto, criou a Regra dos Cinco, que, em resumo, afirma o seguinte: cada dólar gasto

durante as fases de projeto e execução, para evitar a corrosão, economiza cinco dólares na fase de manutenção, vinte e cinco dólares quando a corrosão já pode ser observada em alguns pontos da estrutura, e cento e vinte e cinco dólares quando a corrosão se encontra generalizada.

2.3 - Tipos de Manutenção

Perez (1988) destaca e define quatro tipos de manutenção aplicáveis a um edifício, a saber: corretiva, preventiva, engenharia de manutenção e terotecnologia.

A manutenção corretiva é definida como atividades que buscam recuperar ou corrigir falhas apresentadas no edifício ou em parte dele.

A manutenção preventiva é definida como sendo o controle das atividades de inspeção, conservação e restauração, executadas com o propósito de prognosticar, detectar ou corrigir defeitos, visando evitá-los.

A engenharia de manutenção é definida como a que busca, além do controle operacional, o gerenciamento dessa atividade.

A terotecnologia é o último estágio na evolução do conceito de manutenção e engloba uma abordagem multidisciplinar que envolve engenharia, finanças, administração, entre outras, objetivando a diminuição dos custos de manutenção por meio do estudo do ciclo de vida das construções. Os projetos e especificações da terotecnologia visam fixar a frequência da execução da manutenção e a facilidade dessas atividades. Esses conceitos são quantificados e norteiam não só os trabalhos de manutenção, como o desenvolvimento inicial do projeto no sentido de se estabelecer o custo potencial de manutenção de um edifício antes mesmo de sua execução.

2.4 - O Processo de Manutenção

De acordo com Perez (1988), embora os programas de manutenção de equipamentos industriais sejam de domínio corrente, o mesmo não ocorre com os programas de manutenção de edifícios.

Um bom programa de manutenção de edifícios, segundo Ebert (1974), impõe vários requisitos, tais como:

- a) conhecimento técnico, para identificar as necessidades e determinar sua extensão;
- b) apoio financeiro e orçamentário;

- c) habilidade gerencial, para utilização econômica de mão-de-obra e de material e para cumprimento a tempo e à hora daquelas necessidades, de acordo com um sistema lógico de prioridades.

De acordo com Mesa (1997), o diagnóstico de manutenção deve levar em consideração o seguinte:

- a) a organização atual existente;
- b) o inventário atualizado das áreas a serem mantidas;
- c) o plano de manutenção existente;
- d) a análise estatística dos dados disponíveis;
- e) o conhecimento dos materiais disponíveis;
- f) a qualificação do pessoal;
- g) o programa de treinamento;
- h) a análise orçamentária;
- i) o planejamento e controle das atividades de manutenção;
- j) o controle de qualidade.

Referindo-se às instalações físicas da universidade, Ebert (1974) aponta que o processo de manutenção requer:

- a) pessoal profissional capacitado, ativo e que se identifique com a manutenção em todos os níveis;
- b) um programa de inspeção periódica de todas as áreas que estejam sob sua responsabilidade. As inspeções dão a medida da eficácia do serviço executado no passado e também fornecem dados para a elaboração de orçamentos e programas de trabalhos futuros;
- c) um sistema de análise dos problemas da manutenção e do planejamento do serviço. Essas análises e a planificação devem ser delegadas a um engenheiro, que preparará os planos do que deve ser feito, verão quais as necessidades em relação à mão-de-obra e ao material, e também deverá prever os custos. Os custos previstos e as estimativas de material e mão-de-obra podem mais tarde ser comparados com os custos reais, servindo de medida da eficiência da mão-de-obra;
- d) um sistema de prioridades. As necessidades não podem ser atendidas, todas elas, simultaneamente; deve haver um sistema que determine o que deve ser feito na primeira etapa e nas demais. É muito importante levar em consideração que as prioridades devem ser estabelecidas de acordo com as conseqüências. Isto é, deve-se considerar se o fato de não ser feito o reparo aumentará seriamente a avaria, se a deficiência vem aumentando

pela autodeterioração, se a correção economizará outras verbas de manutenção e se o fato de não ser prestado o serviço a tempo colocará em risco alguma atividade acadêmica;

- e) um programa de manutenção preventiva. A ação preventiva é necessária a fim de que se possa fazer maior economia. A manutenção preventiva pode ser executada na ocasião mais conveniente, permitindo que seja organizada uma carga de trabalho uniforme, de acordo com a mão-de-obra disponível;
- f) manutenção de registros e relatórios adequados. O sistema de ordens de serviços é necessário para comunicar aos trabalhadores o que deve ser feito, quando, onde e como. A realimentação da ordem de serviço transforma-se em informação para a contabilidade de custos e para o controle do orçamento. As instalações representam o investimento maior de capital da universidade. A boa gerência de manutenção é necessária para a proteção e valorização daquele investimento.

É muito importante, segundo Abrantes e Calejo (2001), que no domínio das ações de manutenção seja possível conciliar, da melhor forma, o trinômio formado por custo, rapidez de execução e confiabilidade.

2.5 - Origens da Necessidade de Manutenção

Para John e Cremonini (1989), as atividades de manutenção podem ter três origens:

- a) durabilidade;
- b) manifestações patológicas;
- c) mudanças nas necessidades dos usuários.

2.5.1 - Manutenção X durabilidade

Segundo Flauzino (1988), a durabilidade de um produto pode ser definida como a capacidade de este manter suas propriedades ao longo do tempo, sob condições normais de uso.

Durabilidade é a capacidade de uma edificação, ou de seus componentes, em manter seu desempenho inicial em níveis mínimos aceitáveis, definidos como limites mínimos para que as atividades desenvolvidas pelos usuários possam prosseguir normalmente, durante determinado tempo, conforme Lopes (1993).

Para Carmo (2001), o concreto armado foi concebido, erroneamente, por muito tempo, como um material que possuía durabilidade ilimitada e que dispensava manutenção.

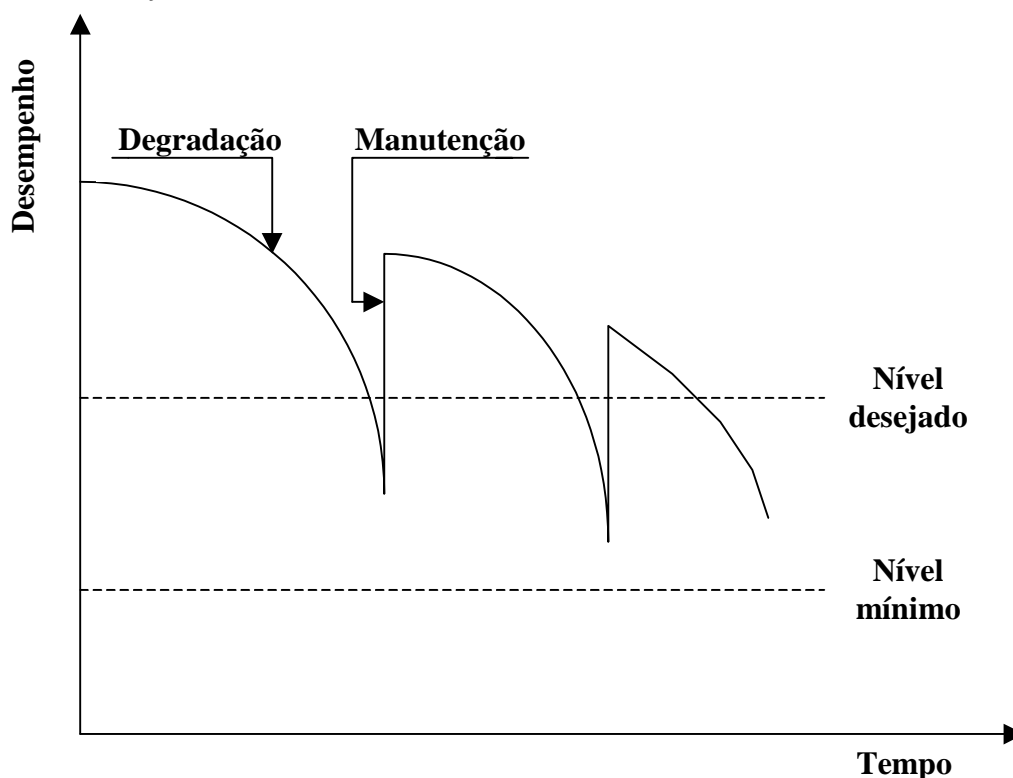
Isso contribuiu para que, atualmente, exista uma grande incidência de problemas de deterioração em componentes de concreto armado de edifícios.

A durabilidade de uma estrutura de concreto armado, segundo Basheer et al. (1996), depende da qualidade do concreto que a constitui. Essa qualidade é ditada pelos materiais constituintes, pela proporção da mistura entre eles, pelo método de fabricação, pela forma de lançamento e adensamento, pelo sistema de cura e pelo ambiente que circunda a edificação.

A vida útil de uma edificação, segundo Flauzino (1988), é definida pela vida útil de seus elementos constituintes. Um elemento com função estrutural cuja manutenção e/ou substituição tenha custo elevado ou difícil execução deve ter vida útil igual à da edificação. Entretanto, um componente sem função estrutural pode ter vida útil menor que a da edificação, contanto que os serviços de manutenção e/ou substituição sejam de fácil execução.

Segundo John e Cremonini (1989), todo material, em contato com o meio ambiente, sofre alterações. Sempre que essas transformações implicarem perda progressiva na capacidade de atendimento das necessidades dos usuários, tem início um processo de degradação, que vai limitar a durabilidade do material. A figura 2.2, a seguir, ilustra o processo e a ação da manutenção.

Figura 2.2. Manutenção X durabilidade



FONTE: JOHN, V.M.; CREMONINI, R.A., 1989, p.127.

Para Cremonini (1988), a redução do desempenho inicial pode estar relacionada a causas naturais ou ter origem em qualquer falha das etapas do processo construtivo. A velocidade de redução de desempenho inicial deve ser controlada através de operações realizadas durante a vida útil de uma edificação, ou seja, através das atividades de manutenção.

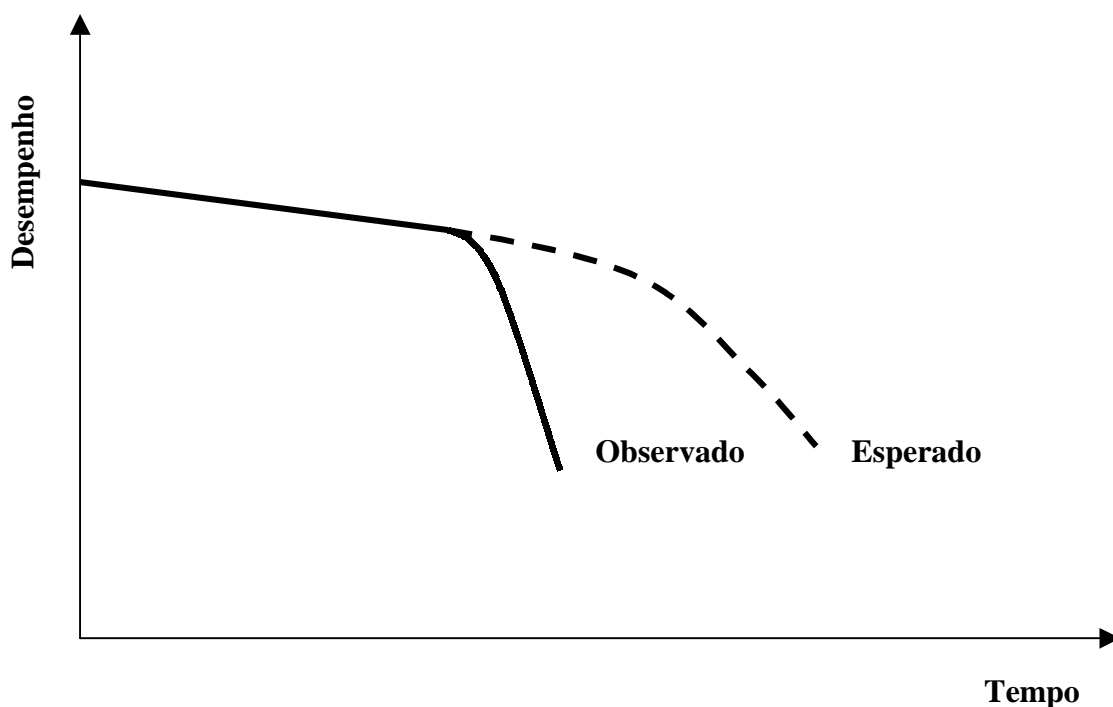
Segundo John e Cremonini (1989), a vida útil dos componentes que exercem função estrutural nos edifícios determina a vida útil máxima dos edifícios, pois esses elementos são de difícil substituição. Já a vida útil dos componentes não-estruturais vai determinar a frequência e os custos da manutenção. Como a vida útil de muitos materiais pode ser estimada, é possível prever as atividades de manutenção exigidas por problemas de durabilidade.

2.5.2 - Manutenção X manifestações patológicas

As manifestações patológicas podem ser definidas, segundo John (2001), como degradações inesperadas no desempenho das edificações devido à má qualidade. Muitas vezes é difícil fazer distinção entre as degradações causadas por má qualidade e as degradações normais e esperadas, relacionadas com problemas de durabilidade. Um critério bastante útil é a adoção da normalização nacional ou da internacional como referência de qualidade. O mesmo autor relata, ainda, que, conforme estatísticas internacionais e a experiência acumulada no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), as manifestações patológicas têm origem principalmente na fase de projeto, seguida pela fase de execução. Os problemas decorrentes do mau uso dos edifícios são menos importantes.

Os estudos de manifestações patológicas, segundo Perez (1988), procuram identificar causas, origens e natureza dos problemas nas edificações que representam a perda ou término do desempenho dos componentes ou da edificação como um todo.

As manifestações patológicas, ou seja, as degradações não esperadas ou mais aceleradas que as previstas, segundo John e Cremonini (1989), são responsáveis por parcelas importantes da manutenção, implicando num decréscimo do desempenho num prazo menor que o esperado, conforme mostra a figura 2.3.

Figura 2.3. Manutenção X manifestações patológicas

FONTE: JOHN, V.M.; CREMONINI, R.A., 1989, p.128.

Para John e Cremonini (1989), um número sempre crescente de novos materiais e sistemas construtivos, com performance no longo prazo incerto, é anualmente colocado no mercado. Esses novos produtos, unidos às mudanças na organização da produção do edifício e aos erros de projeto e execução, têm provocado um grande aumento do número de manifestações patológicas. No Brasil, a situação é agravada pela carência de controle da qualidade na construção civil.

Conforme Dal Molin (1988), em levantamento de manifestações patológicas realizado no Rio Grande do Sul concluiu-se que a incidência de corrosão de armaduras em edificações é da ordem de 11% do total das manifestações patológicas encontradas. Quando a análise é feita segundo a gravidade e implicações da manifestação patológica na segurança estrutural, esse percentual aumenta para um patamar expressivo de 40%.

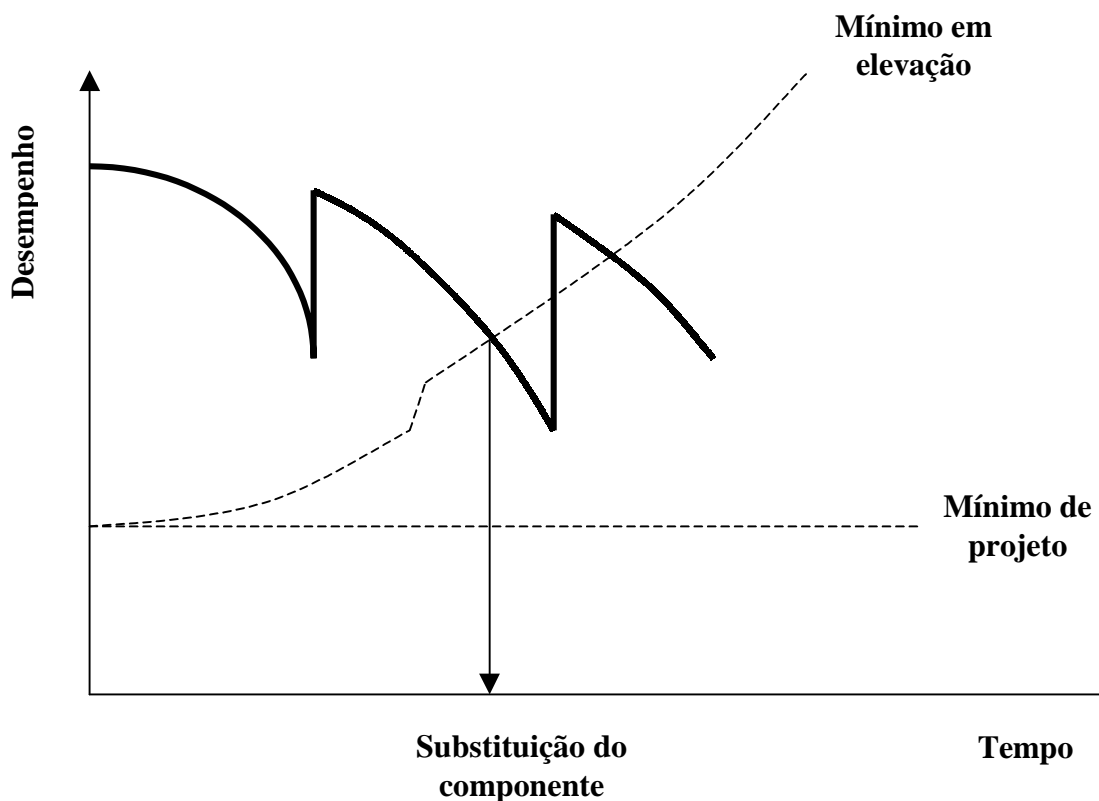
Dal Molin (1988), constatou também que nas estruturas de concreto armado na região de Porto Alegre - RS, 60% das fissuras ocasionadas por sobrecargas foram causadas por problemas de projeto; 28% por problemas de execução e menos de 5% por problemas de uso. Nos países europeus, os problemas de projeto são responsáveis por aproximadamente 40% das manifestações patológicas, seguidos pela execução, com 30%; materiais com 18%, restando à fase de uso menos de 10%.

2.5.3 - Manutenção X mudanças nas necessidades dos usuários

Segundo Steel (1985), os custos da manutenção originada por mudanças das necessidades dos usuários são, em edifícios de escritórios, geralmente maiores que os produzidos pela incapacidade dos materiais de resistir à degradação e pelo surgimento de manifestações patológicas.

É possível ter uma projeção, apontar uma tendência das necessidades dos usuários, pois estas são historicamente determinadas. Entretanto, segundo John e Cremonini (1989), uma projeção precisa dessas necessidades é praticamente impossível. Tais necessidades mudam com o passar do tempo, com a variação do tamanho da família, com o aumento do número ou potência dos equipamentos elétricos e com as alterações do uso do ambiente construído. Também o desenvolvimento tecnológico, cada vez mais rápido, tem impacto importante sobre toda a vida humana, provocando mudanças culturais que fazem surgir novas exigências dos usuários, ou, ao menos, um aumento destas, conforme demonstrado na figura 2.4.

Figura 2.4. Manutenção X mudanças das necessidades dos usuários



FONTE: JOHN, V.M.; CREMONINI, R.A., 1989, p.128.

2.6 - Custos de Manutenção

Os custos de manutenção, segundo John e Cremonini (1989), são geralmente expressos em termos percentuais em relação ao custo de reposição das edificações, ou seja, porcentagem do custo para a construção da edificação em valores atuais. Dessa forma, é possível trabalhar com valores constantes, independentes dos índices inflacionários.

Para Lopes et al. (1999), a idade, a concepção, a intensidade do uso dos edifícios, simultaneamente com as características do meio ambiente, estabelecem níveis distintos de custos, e os pesquisadores no assunto usam diferentes métodos para encontrar os percentuais, dificultando a confrontação direta dos mesmos.

John e Cremonini (1989) afirmam que, em estudos realizados em Porto Alegre, nas escolas públicas, no ano de 1985, o custo médio de manutenção foi de 15,9% do custo de reposição dos componentes. Como não se trata de uma série histórica, os custos de manutenção não podem ser considerados anuais, indicando, em grande medida, que muitos prédios não recebiam manutenção havia vários anos.

A tabela a seguir apresenta o custo de manutenção anual expresso como percentual do custo de reposição dos edifícios, coletado em diversas fontes bibliográficas, segundo John e Cremonini (1989).

Tabela 2.1. Custo de reposição em relação ao país e tipo de edifício

% CUSTO DE REPOSIÇÃO	PAÍS/TIPO DE EDIFÍCIO
1,5	Inglaterra/Geral
0,7 a 1,0	Austrália/Geral
1,76	Canadá/Edifícios de campus de pesquisa
1,0 a 2,0	EUA/Universidades
0,85	EUA/Edifícios de escritórios
0,45 a 1,4	Espanha/Correios e telecomunicações
2,4	Brasil/Serviço de saúde
2,7	Brasil/Ensino
3,4	Brasil/Segurança

FONTE: JOHN, V.M.; CREMONINI, R.A., 1989, p.126.

Conforme Perez (1988), é difícil estabelecer o total de recursos envolvidos nos trabalhos de manutenção de edifícios no Brasil. Na Europa, estima-se que 1/3 dos recursos da indústria da construção são alocados nesse tipo de trabalho.

Para Long et al. (2001), o valor da infra-estrutura e do ambiente construído representa aproximadamente 50% da riqueza nacional na maioria dos países europeus. Devido

a isso, o tema degradação do ambiente construído é de grande importância técnica e econômica, estimando-se que cerca de 50% dos valores aplicados em construção na Europa sejam destinados aos serviços de manutenção.

O custo somente da corrosão, segundo Fortes e Andrade (2001), é estimado em 3,5% do Produto Interno Bruto (PIB) de países em desenvolvimento. No Brasil, representou, no ano de 1994, cerca de 16 bilhões de dólares, sendo 18% desse valor aplicado na construção civil, o que implica um custo próximo de 3 bilhões de dólares.

O estado de conservação dos edifícios nas grandes cidades brasileiras, segundo Perez (1988), é precário, e tal situação agrava-se nos conjuntos habitacionais, onde os proprietários não possuem recursos suficientes para arcar com a manutenção dos edifícios.

Na análise da composição dos custos da construção de um edifício devem ser considerados, além daqueles referentes à produção e comercialização, os custos de operação e manutenção, bem como os de reposição ao longo da existência do edifício, conforme Perez (1988).

2.7 - A Manutenção e as Etapas do Processo Construtivo

Segundo Rostam (1996), a garantia de qualidade do planejamento ao longo das fases de projeto e de execução, juntamente com o nível da mão-de-obra aplicada na execução da estrutura e a integração de procedimentos de futuras manutenções, são elementos integrantes do projeto moderno de vida útil.

O processo construtivo, conforme John e Cremonini (1989), se divide nas etapas de projeto, execução e uso da edificação, sendo que é nessas etapas que surge a maioria dos defeitos e, como consequência, constata-se a necessidade de manutenção. Atuando nessas etapas, torna-se possível evitar a ocorrência ou, ao menos, diminuir a incidência de defeitos. A forma de intervenção no processo construtivo está ligada a sistemas de garantia e controle de qualidade que influenciem em todas as etapas, pois, quanto mais cedo for observado o defeito, menores serão os custos e as dificuldades na execução dos reparos.

2.7.1 - A manutenção e o projeto

As manifestações patológicas no concreto no estado fresco, tais como segregação, nichos de concretagem e cobrimento da armadura insuficiente, segundo Cánovas (1988) e Helene (1992), podem ter origem nas fases de planejamento e projeto e mostram que a utilização de procedimentos inadequados nessas etapas pode levar à ocorrência de elevados

percentuais de danos no concreto, que poderiam ser facilmente evitados por meio de ações tais como:

- a) elaboração de concretos com trabalhabilidade adequada;
- b) dimensionamento das peças estruturais com densidades de armadura que permitam uma concretagem eficiente.

Grande parte dos trabalhos de manutenção dos edifícios, conforme Perez (1988), poderiam ser evitados com a elaboração de um detalhamento adequado do projeto e dos elementos que constituem o edifício, também com a aplicação do conhecimento disponível sobre o desempenho dos materiais a serem utilizados na construção. Na avaliação e julgamento dos projetos de novos edifícios deveria estar presente, dentre os requisitos de desempenho considerados, o da manutenção. O citado autor adverte que corrigir falhas na fase de projeto implica em menor custo do que após a execução das edificações.

Na fase de projeto de estruturas de concreto armado, segundo Cheung e Kyle (1996), as preocupações maiores são com a determinação dos esforços e o cumprimento de critérios de utilização. As variações de carga, propriedades de materiais, práticas de construção e resistência mecânica estão incorporadas em práticas de projetos. Porém as mudanças físicas e químicas que acontecem durante a vida dos elementos estruturais, e o impacto no desempenho estrutural, normalmente não são considerados na fase de projeto.

Falando sobre a fase de projeto, Josephson e Hammarlund (1999) informam que há numerosos estudos de defeitos sendo realizados com relação às fases de produção e de manutenção. Porém são poucos os estudos sobre os temas específicos da fase de projeto. Geralmente, os defeitos são causados por falta de motivação ou por descuido, por falta de conhecimento ou por falta de informação, nessa ordem de importância.

Segundo John e Cremonini (1989), o projeto tem papel crítico nos custos e serviços de manutenção, pois ele define o edifício. Alguns cuidados tomados pelos projetistas, para cada uma das partes do edifício, podem ajudar a minimizar os problemas de manutenção. Atividades que poderiam ser de simples rotina são transformadas, por projetos mal-resolvidos, em complexas atividades de manutenção. Cita-se, como exemplo, a saliência nos painéis de vedação, que, além de criar cantos vivos desnecessários, servem como depósito de poeira, o que também prejudica a limpeza dos ambientes.

As várias especialidades técnicas que formam a construção civil elaboram projetos específicos, nem sempre instruídos pelo mesmo autor. Isso, segundo Prudêncio (1995), gera a necessidade de realização dos serviços de compatibilização dos projetos desenvolvidos e de seus detalhes executivos, antes do início do processo construtivo, evitando o surgimento de

irregularidades capazes de desencadear processos de deterioração precoce, geradoras, quase sempre, de elevados custos de retrabalho, manutenção ou diminuição de desempenho.

Os edifícios deveriam ser providos de manuais de manutenção e operação, além da observação rigorosa de prazos para vistoria e manutenção periódicas, como recomenda Perez (1988).

Arditi e Hammarlund (1998) têm a mesma opinião quanto à importância do manual de uso e manutenção e afirmam que, para aumentar a qualidade da operação de um edifício e do seu processo de manutenção, devem-se incluir na fase de produção do edifício a elaboração, a entrega e o uso, por parte dos responsáveis, de um manual de manutenção detalhado. Esse manual deve descrever o conteúdo e a frequência da manutenção e deve ser preparado durante a fase de projeto, devendo ainda fornecer um orçamento do custo da operação e manutenção do edifício em questão.

2.7.2 - A manutenção e a execução de obra

Na execução de uma edificação, segundo John e Cremonini (1989), uma etapa importante é o recebimento e controle dos materiais. Para isso, deve ser previsto um sistema de controle de qualidade, que deve agir em fases diferentes, ou seja, na seleção dos materiais, na compra, recebimento e aplicação adequada dos mesmos.

Para cada tipo de construção devem ser relacionados os materiais de maior importância. Para cada material é necessário que se explicita as propriedades mais relevantes, de acordo com a sua aplicação. Esse procedimento permite que os esforços de controle sejam aplicados a materiais que possam comprometer futuramente o desempenho da obra. Como exemplo, cita-se que, para a produção de um concreto de boa qualidade, devem ser identificados os fornecedores que garantam agregados com boa homogeneidade, conforme John e Cremonini (1989).

As manifestações patológicas no concreto no estado fresco, tais como segregação, nichos de concretagem e cobrimento da armadura insuficiente, segundo Cánovas (1988) e Helene (1992), podem ter origem na etapa de execução e mostram que a utilização de procedimentos inadequados durante a execução de uma concretagem pode levar à ocorrência de elevados percentuais de danos no concreto, que poderiam ser facilmente evitados por meio de ações tais como:

- a) cuidados na concretagem dos elementos, principalmente nas etapas de transporte, lançamento e adensamento;

- b) uso de espaçadores adequadamente distribuídos, visando garantir a espessura da camada de concreto de cobertura das armaduras.

Na execução de obra, a manutenção preventiva atua no controle de qualidade da mão-de-obra, como também na observância das descrições de projeto. Nessa fase, devem ser fixadas as tolerâncias dimensionais para cada serviço, como, por exemplo, prumo e esquadro de paredes, nível de piso, entre outros. Os procedimentos de cada fase devem ser claramente definidos, como nos casos de execução de pintura, em que devem ser fixados ou obedecidos os prazos para a aplicação de cada demão, inclusive o tempo indispensável para secagem do substrato. Em casos de execução de instalações hidráulicas, deve ser confirmado se o posicionamento das tubulações obedece rigorosamente ao projeto inicial, e, em caso de alterações, devem ser anotadas nas plantas, visando a atualização do projeto respectivo, segundo John e Cremonini (1989).

2.7.3 - A manutenção e o uso

O uso de uma edificação inclui, segundo John e Cremonini (1989), sua operação e as atividades de manutenção executadas ao longo de sua vida útil. O uso deve obedecer às solicitações estipuladas em projeto, pois são comuns casos de colapsos de estruturas devido a sobrecargas e ao mau uso. A manutenção propriamente dita, ou seja, a execução de atividades de maneira a manter ou ajustar o desempenho da edificação adequado às necessidades dos usuários, é outra etapa da fase de uso dessa edificação. Essas atividades são, em sua maioria, repetitivas e cíclicas, o que justifica o desenvolvimento de sistemas de manutenção, visando otimizar o uso de recursos.

Os sistemas de manutenção, segundo Cremonini (1988), ainda facilitam a fixação de prioridades e urgência dos serviços. Esses dados podem ser analisados através das diferenças entre um padrão pretendido de desempenho e o nível de desempenho real da edificação em determinado instante. Quanto maior for essa diferença, maiores serão a prioridade e a urgência da intervenção.

2.8 – Consideração sobre o desempenho das estruturas de concreto armado

Segundo Long et al. (2001), o processo de deterioração sofrido pelas estruturas de concreto armado é um problema importante em vários países do mundo. Isso incitou a procura por métodos que possam estimar com maior precisão a vida útil das estruturas existentes, bem como das estruturas a serem construídas.

O Código Modelo MC-90 (CEB-FIP-1991), citado por Castro (1994), preconiza que as estruturas devem ser projetadas, executadas e utilizadas de tal forma que, nas condições ambientais esperadas, elas mantenham sua segurança, funcionalidade e aparência compatível durante um período, sem requerer altos custos não previstos para manutenção e reparo. Ainda segundo o citado código, o processo global de projetar, executar e manter estruturas de concreto em condições satisfatórias de uso necessita da cooperação entre as 4 partes envolvidas, a saber:

- a) proprietário: definindo demandas presentes e futuras em relação à edificação;
- b) projetista: preparando especificações de projeto, propostas de métodos de controle de qualidade e condições de utilização;
- c) executor: seguindo criteriosamente as especificações dos diversos projetos;
- d) usuário: responsabilizando-se pela manutenção da estrutura durante o período de uso.

Portanto, para analisar o desempenho estrutural e as causas dos problemas patológicos de uma estrutura de concreto armado, deve-se considerar a estrutura integralmente, ou seja, desde o seu planejamento inicial, até a execução e utilização.

Castro (1994) cita o modelo de equilíbrio de estrutura de concreto armado sugerido por Selinger (1992), acrescido dos itens manutenção e vida útil, o qual está representado na figura 2.5.

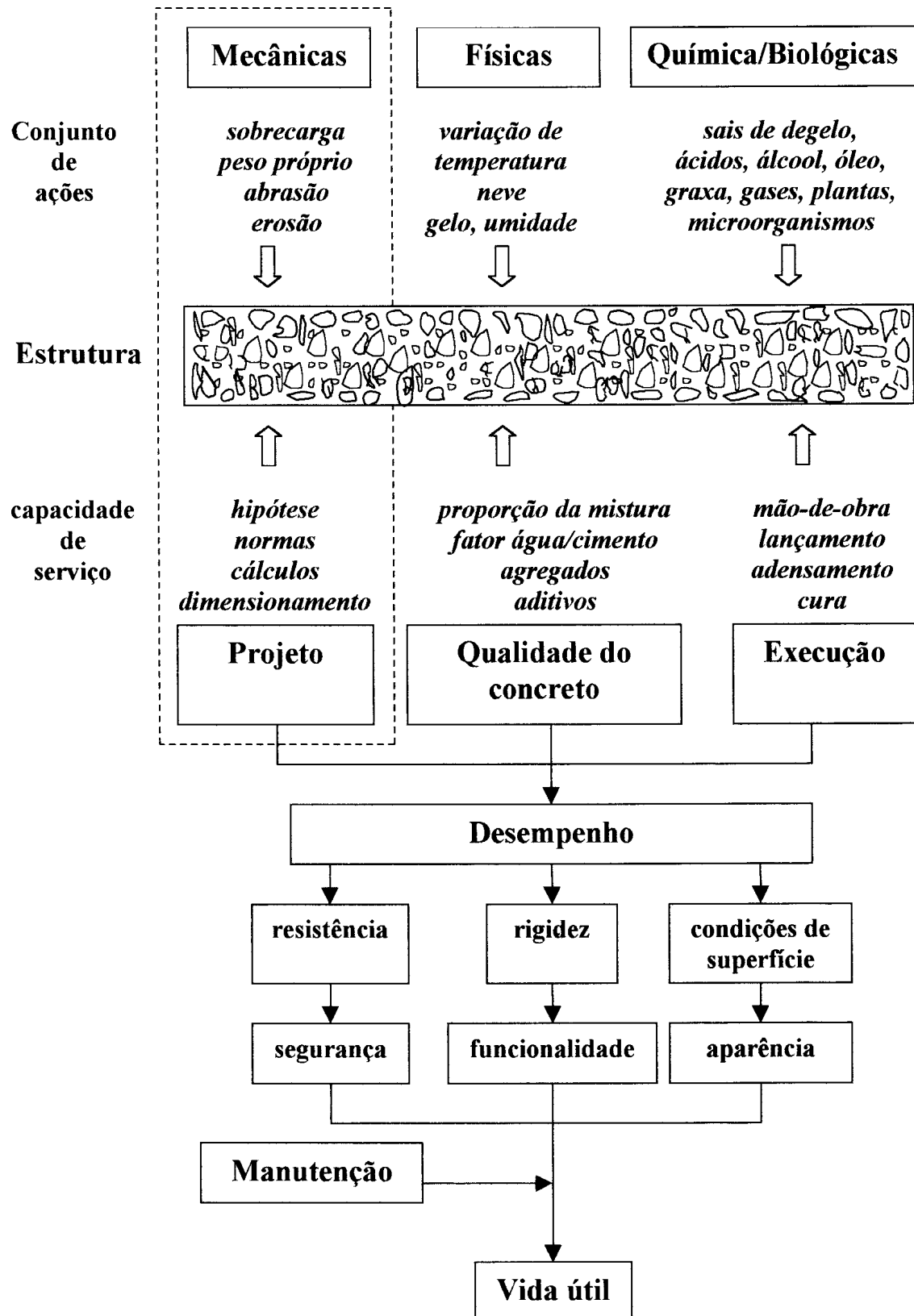
De acordo com a figura 2.5, o conjunto de ações compreende três tipos principais, que podem atuar sobre a estrutura:

- a) ações mecânicas, representadas pela sobrecarga e peso próprio, entre outras;
- b) ações físicas, provocadas por fatores tais como calor e água;
- c) ações químicas e/ou biológicas, advindas dos ácidos, gases e microorganismos, entre outras.

A capacidade de serviço compreende três tipos de reações, que devem ser planejadas com base nas seguintes ações:

- a) elaboração do projeto, levando em consideração a hipótese de cálculo, as normas existentes, entre outras;
- b) verificação da qualidade do concreto, controlando detalhes tais como a proporção da mistura, fator água cimento e agregados;
- c) execução, preocupando-se com fôrmas, lançamento, adensamento e cura do concreto.

Figura 2.5. Modelo de equilíbrio de uma estrutura de concreto



FONTE: CASTRO, 1994, p.10.

Com base em tais premissas, afirma-se que as condições de estabilidade e durabilidade de uma estrutura estão ligadas diretamente ao equilíbrio entre o conjunto de ações e a capacidade de serviço. Dessa forma, se a capacidade de serviço (reação) for adequadamente planejada e executada, teremos uma estrutura formada por elementos estruturais resistentes, com boa margem de segurança, uma rigidez que permitirá manter adequada funcionalidade e condições de superfície que manterão em bom nível a aparência da estrutura. Deve-se efetuar, também, o planejamento das manutenções periódicas a serem realizadas ao longo do tempo, tendo em vista que, mesmo com todos os cuidados acima relacionados, o concreto sofre as ações de agentes do meio ambiente e das condições de utilização.

Entretanto, se a capacidade de serviço não for bem planejada e executada perante o conjunto de ações, poderão surgir problemas com a durabilidade da estrutura de concreto armado.

Para Castro (1994), uma boa execução é aquela que potencializa a máxima integração entre os três componentes da capacidade de serviços, ou seja, aquela que compatibiliza o que foi estabelecido no projeto com as tecnologias dos materiais de construção e os processos construtivos, sendo indispensável o controle das várias etapas do processo e da qualidade dos materiais empregados na edificação. Resumindo: o desempenho estrutural será sempre função direta da resultante gerada pela compatibilização entre planejamento e execução.

Quando ocorre um desvio da utilização para a qual a estrutura de concreto armado foi projetada e executada, ocorrem duas situações, a saber:

- a) a estrutura, devido à atuação de sobrecarga não prevista e incompatível com o projeto, precisa de intervenção para garantir a segurança;
- b) a estrutura não atende os requisitos das mudanças de utilização e precisa ser adequada à nova necessidade por exigência da funcionalidade.

Para Al-Bahar et al. (1998), uma investigação típica de deterioração de estrutura de concreto armado, que visa avaliar a segurança e a durabilidade da estrutura e dispor as recomendações e medidas preventivas a serem adotadas, envolve os seguintes procedimentos:

- a) inspecionar o local, com atenção especial para os perigos potenciais quanto à segurança;
- b) estudar o projeto, os detalhes da construção e os dados históricos da estrutura;
- c) planejar e executar a pesquisa das condições existentes visando determinar a causa, a fonte e a extensão dos danos;

- d) executar em laboratório os ensaios necessários dos materiais coletados da estrutura;
- e) realizar teste de carga para os elementos estruturais individualmente, se necessário;
- f) analisar e interpretar os dados obtidos.

2.9 - Fundamentos Teóricos dos Principais Fatores Intervenientes no Processo de Corrosão

A qualidade do concreto armado, enquanto material, é geralmente controlada pelo estabelecimento do cobrimento e posicionamento da armadura, descrição da composição e dos procedimentos de mistura, transporte, lançamento, adensamento e cura do concreto, pela trabalhabilidade e pela resistência à compressão do concreto. Erros ao longo desse processo levam comumente à produção de concreto efêmero. Entretanto, devido aos novos usos para os quais o concreto armado tem sido projetado e devido à presença de meios ambientes cada vez mais agressivos, esse material tem mostrado problemas mesmo quando cuidados são tomados, conforme Figueiredo (1997).

Segundo Fortes e Andrade (2001), quando bem executado, o concreto protege a armadura sob dois aspectos: o físico e o químico. A proteção física é devida ao obstáculo formado pelo cobrimento sobre a armadura, cuja eficiência depende da qualidade e espessura da camada de concreto desse cobrimento. A proteção química é proporcionada pelo alto pH da solução aquosa existente nos poros do concreto, facilitando a criação de uma fina película protetora que envolve toda a superfície da armadura, denominada camada de passivação.

Referindo-se a essa proteção física proporcionada pelo concreto de cobrimento, Helene (1993) afirma que um bom cobrimento da armadura é aquele executado com um concreto de alta compacidade, sem nichos, vazios ou excesso de exsudação e com teor de argamassa apropriado e homogêneo, garantindo, por impermeabilidade, a proteção à armadura contra o ataque de agentes agressivos externos. O cobrimento de concreto de ótima qualidade atua não só como um obstáculo físico aos agentes, mas também como uma barreira à água e ao oxigênio, que são os elementos básicos necessários para que ocorra a corrosão eletroquímica.

O citado autor declara, ainda, que, quando se trata de corrosão de armaduras, e em particular na questão da carbonatação, o que realmente interessa conhecer e controlar é a qualidade do concreto de cobrimento e não a qualidade do interior do elemento estrutural. Será a qualidade dessa pequena camada de concreto próxima à superfície que controlará a velocidade de penetração de gases no elemento estrutural.

Para Delucchi et al. (1997), a qualidade da camada de concreto de cobrimento deve ser considerada como o parâmetro estrutural mais importante com relação à corrosão das armaduras. Dependendo das condições ambientais, assegurar uma passivação durável das armaduras no interior do concreto por meio de uma espessura de concreto de cobrimento entre 25 e 40mm é recomendado. As qualidades potenciais do concreto de cobrimento com relação à permeabilidade podem ser obtidas se a relação água/cimento for adequada, se o diâmetro máximo dos agregados e a cura do concreto estiverem garantidos.

Segundo Rostam (1996), a qualidade da camada de concreto de cobrimento e a espessura da mesma são fatores decisivos para a durabilidade de todos os elementos que compõem a estrutura de concreto armado. A análise de numerosos casos de graves deteriorações prematuras revelou que, na maioria dos casos, o dano normalmente não ocorrera devido a variações das propriedades originais dos materiais e da camada de concreto de cobrimento, mas devido a divergências totais com os valores preestabelecidos, tais como camada de concreto de cobrimento com espessura de apenas alguns milímetros, concreto de baixa compacidade, alta relação água – cimento, entre outros.

A perda dessa proteção natural, segundo Helene (1997), oferecida à armadura, pode ocorrer por meio de vários mecanismos, sendo predominantes a despassivação por carbonatação e por íons cloreto. Em ambos os casos, na maioria das vezes, todo o elemento estrutural é atacado pelo meio ambiente, porém a corrosão somente se manifesta em alguns pontos localizados, como consequência da própria natureza do processo de corrosão.

Outros agentes que colaboram para a perda da proteção natural, ou para a aceleração de um processo de corrosão, são: fissuração, solicitações cíclicas, atmosferas agressivas, execução inadequada, materiais de natureza alterada, ciclos de molhagem e secagem e variações da temperatura. No caso de armaduras em concreto, os danos degenerativos apresentam-se na forma de manchas superficiais provocadas pelos produtos de corrosão, fissuras, destacamento do concreto de cobrimento, diminuição da secção resistente das armaduras com freqüente rompimento de estribos, redução e eventual perda de aderência das armaduras principais. Essas deteriorações causam um comprometimento da segurança estrutural, conforme Helene (1993).

Segundo Delucchi et al. (1997), a mudança rápida no meio ambiente em recentes décadas, devido ao aumento da poluição e a um acréscimo de agentes químicos agressivos na atmosfera, produziu condições que causam séria decadência nas propriedades gerais das estruturas de concreto armado. A maior parcela do dano é causada pela água, que é o veículo principal para a penetração de agentes agressivos, tais como cloreto, sulfato, gás carbônico e

dióxido de enxofre no concreto. A penetração de gás carbônico atmosférico no concreto é outro fator importante que conduz ao declínio das propriedades da estrutura de concreto. Além da natureza dos agentes atmosféricos agressivos, outros fatores que influenciam no comportamento e na durabilidade das estruturas são: composição da mistura, as técnicas usadas na construção e as condições climáticas.

Rostam (1996), informa que na realidade nenhuma deterioração grave acontece sem umidade suficiente ou água disponível. Portanto, qualquer tentativa para reduzir a exposição da estrutura à umidade existente na atmosfera terá efeitos benéficos à estrutura dilatando a vida útil de serviço da mesma.

A corrosão das armaduras de aço em presença de umidade ou à temperatura ambiente pode ser considerada, segundo Helene (1993), um processo do tipo corrosão eletroquímica, pois o fenômeno surge em consequência da formação de pilhas de corrosão devido à presença de umidade, água ou solução aquosa na superfície das armaduras ou no concreto que as envolve, que passam a funcionar como eletrólito. A deterioração do aço acontece nas regiões anódicas e o processo corrosivo é variado, pois nas regiões catódicas o ataque à armadura pode ser considerado desprezível. Não existe corrosão em concretos secos, por deficiência de eletrólito, como também não ocorre em concretos totalmente saturados, pois nesse caso haverá insuficiência de oxigênio.

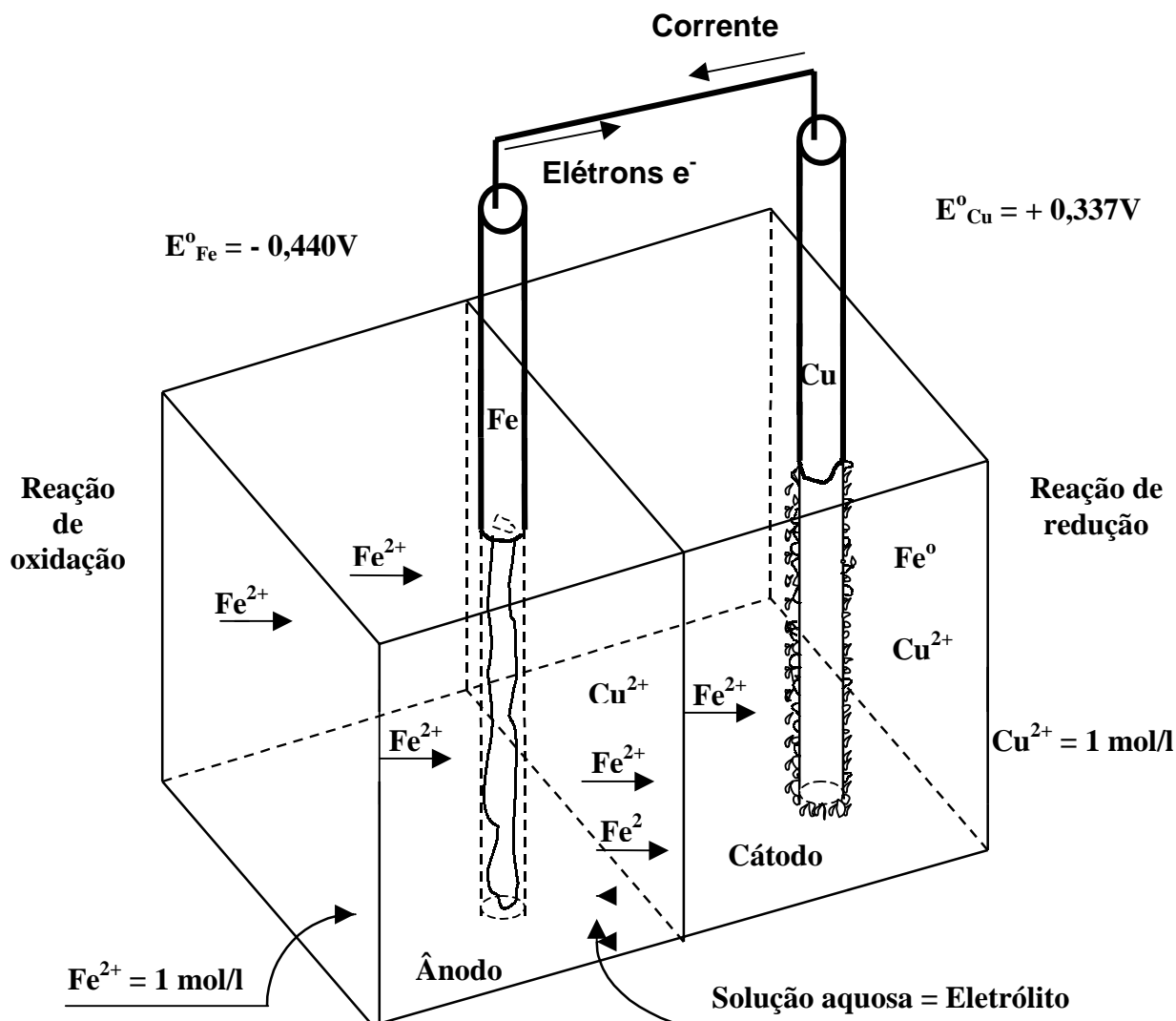
O produto da corrosão do aço no interior do concreto apresenta-se em várias cores, variando de preto, verde escuro, marrom claro a marrom escura, nessa ordem, conforme reações com falta de oxigênio até reações com abundância do mesmo, como aponta Helene (1993).

Na figura 2.6, apresenta-se o modelo de corrosão eletroquímica, no qual dois metais de eletronegatividade diferentes são imersos em uma solução aquosa e conectados eletricamente.

Segundo ainda Helene (1993), a corrosão eletroquímica é o tipo de corrosão que o engenheiro civil tem obrigação de conhecer e com a qual deve se preocupar, pois, entendendo melhor os mecanismos do processo de degradação das estruturas de concreto armado, poderá evitá-los e corrigi-los com êxito.

Mehta (1992), concluindo a sua participação no Colóquio Internacional sobre Avanços nas Tecnologias de Produção e Reparo de Concretos em Meios Agressivos, afirmou que o conhecimento existente na área oferece a possibilidade real de dilatar a vida útil das estruturas de concreto armado; entretanto, muitas vezes essas informações não são utilizadas, ou são usadas com imperícia.

Figura 2.6. Modelo de corrosão eletroquímica



Nota:

- 1) eletrólito não reativo com os metais;
- 2) atividade iônica unitária;
- 3) temperatura de 25°C ;
- 4) $\Delta E \text{ pilha} = 0,777\text{V}$.

FONTE: HELENE, 1993, p.22.

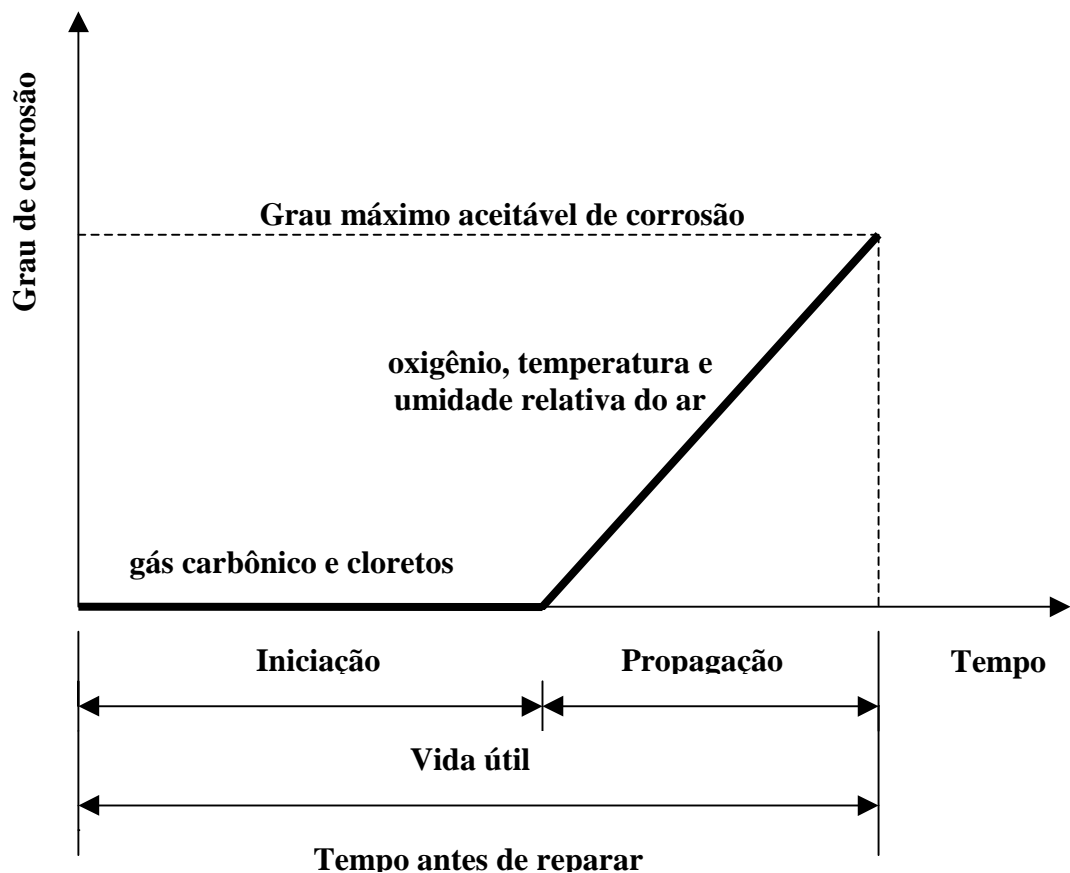
Essa afirmação é ratificada por Schiessl (1996), quando assevera que o conhecimento adquirido até o final do século XX era capaz de assegurar vida útil suficientemente longa para as estruturas de concreto armado e, com poucas exceções, até mesmo em ambientes severos. Porém admite que estamos longe de alcançar a transformação desse conhecimento existente em aplicações práticas. O citado autor afirma, ainda, que as organizações de pesquisa deveriam investir mais na transformação desse conhecimento adquirido em aplicações práticas e na educação de pessoas responsáveis pelo desenvolvimento de projetos e de

execução das estruturas, visando a durabilidade, a qualidade da execução, o monitoramento e a manutenção das estruturas de concreto armado durante o uso.

Corley (1995) afirma que a alta qualidade do concreto e a espessura adequada da camada de cobrimento das armaduras são itens vitais para se obter estruturas de concreto armado com boa durabilidade. Assevera ainda que, com manutenção apropriada, a vida útil de uma estrutura de concreto armado deveria ser limitada raramente devido à corrosão.

O modelo clássico de vida útil das armaduras no concreto referente à corrosão foi proposto por Tuutti (1982), no qual a vida útil é dividida em dois períodos, sendo o primeiro denominado de iniciação e o segundo de propagação, conforme figura 2.7.

Figura 2.7. Modelo de vida útil de Tuutti

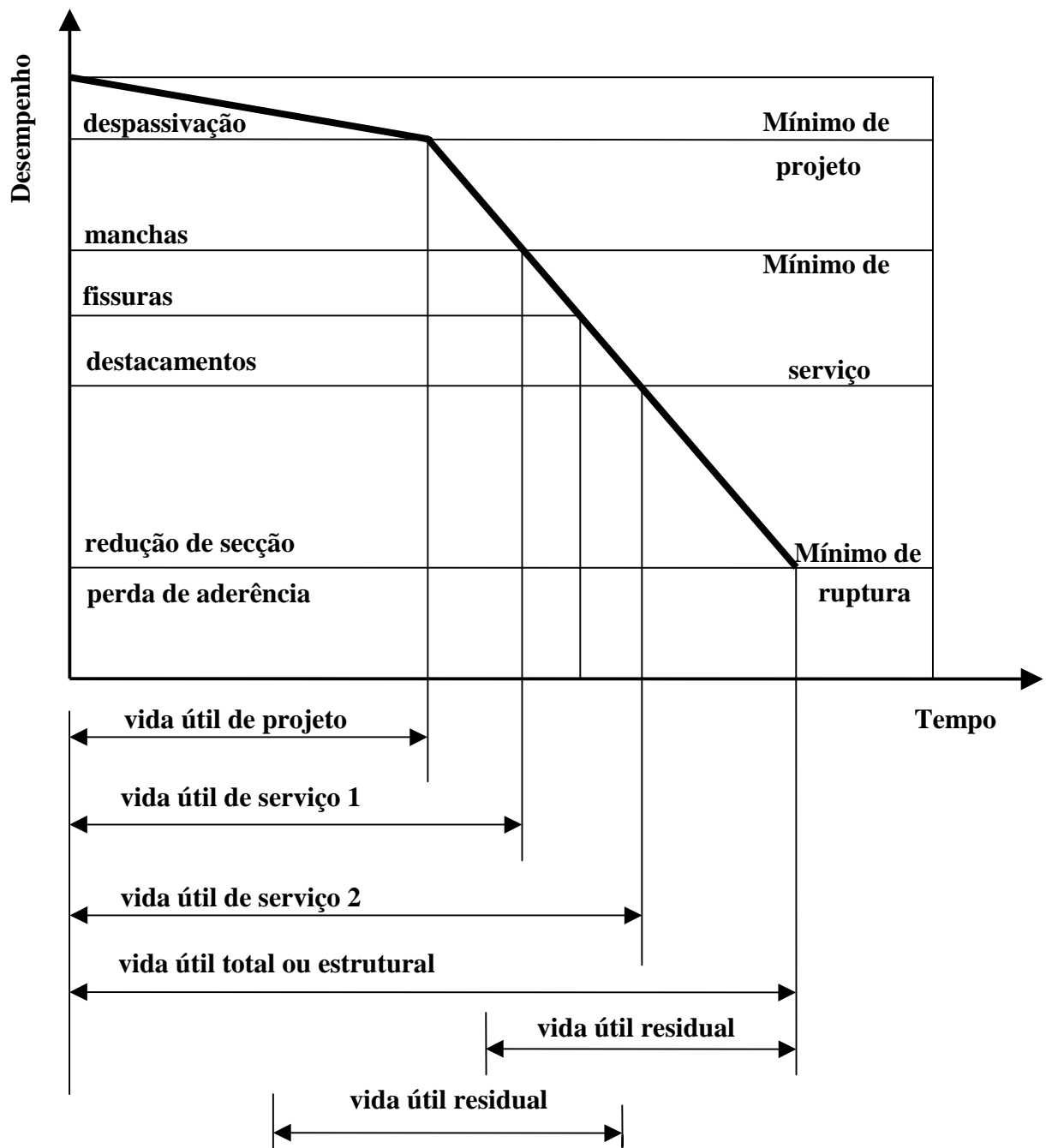


FONTE: FORTES e ANDRADE, 2001, p.7.

A partir desse modelo de Tuutti (1982), referente à vida útil das estruturas no concreto, Helene (1993) sugeriu a conceituação e definição objetiva de vida útil das estruturas de concreto armado, tomando por base o fenômeno de corrosão das armaduras. Mostrou que

podem ser distinguidos pelo menos três situações e seus respectivos períodos de vida útil, que contemplam a corrosão de armaduras, cujo modelo conceitual aplica-se a todos os mecanismos de deterioração, o qual está representado na figura 2.8.

Figura 2.8. Conceituação de vida útil das estruturas de concreto tomando-se por referência o fenômeno da corrosão das armaduras



De acordo com a figura 2.8, podem ser definidos os seguintes períodos de vida útil:

- a) período que vai até a despassivação da armadura, denominado normalmente como período de iniciação, associando-se a ele a chamada vida útil de projeto. Geralmente corresponde ao tempo que a frente de carbonatação ou de cloretos leva para atingir a armadura;
- b) período que vai até o instante em que surjam manchas na superfície do concreto armado, ou aconteçam fissuras no concreto de cobrimento, ou haja o destacamento do concreto de cobrimento. A esse período associa-se a chamada vida útil de serviço ou de utilização. Esse período é bastante variável, pois, além de ser função da velocidade do processo de deterioração da estrutura, depende também do uso a que se destina a estrutura e do grau de exigência dos seus usuários;
- c) período que vai até a ruptura parcial ou total da estrutura. A esse período associa-se a chamada vida útil última ou total. Refere-se ao período no qual ocorre diminuição expressiva da secção resistente da armadura ou uma perda considerável da aderência armadura/concreto, implicando a ruína parcial ou total da estrutura.
- d) foi inserido ainda, nesse modelo, o conceito de vida útil residual, que se refere ao período em que a estrutura ainda será capaz de cumprir suas funções, contado nesse caso a partir da data de uma vistoria. Essa vistoria e respectivo diagnóstico podem ser efetuados a qualquer instante da vida em uso da estrutura. Nesse caso, o prazo final tanto pode ser o limite de projeto, o limite das condições de serviço, quanto o limite de ruptura, dando origem a três vidas úteis residuais: Uma vida residual mais curta, contada até a despassivação da armadura, outra até o aparecimento de manchas, fissuras ou destacamentos do concreto e a terceira e mais longa, contada até a perda considerável da capacidade de resistência do elemento estrutural ou sua eventual ruína.

A seguir a tabela 2.2 apresenta uma classificação orientativa, referente à corrosão de armaduras, quando ocorrer a ausência de valores obtidos de ensaios experimentais nos concretos que realmente serão utilizados na estrutura.

Tabela 2.2. Classificação da resistência dos concretos ante o risco de corrosão das armaduras

Classe de concreto	Classe de resistência (NBR 8953)	Máxima relação água/cimento	Deterioração por carbonatação	Deterioração por cloretos
			Teor de adições	Teor de adições
Durável	C50 ⁽¹⁾	0,38 ⁽²⁾	10% de pozolana ou sílica ativa ou escória de alto forno ⁽²⁾	20% de pozolana ou sílica ativa ou 65% de escória de alto forno ⁽¹⁾
Resistente	C35 C40 C45	0,50 ⁽²⁾	10% de pozolana ou sílica ativa ou 15% de escória de alto forno ⁽²⁾	10% de pozolana ou sílica ativa ou 35% de escória de alto forno ⁽¹⁾
Normal	C25 C30	0,62 ⁽²⁾	qualquer	qualquer
Efêmero	C10 C15 C20	qualquer	qualquer	qualquer

FONTE: HELENE, 1998.

(1) – valores definidos pelo Comitê Euro-International du Beton. Durable Concrete Structures. Design Guide. Lausanne, Thomas Telford, 1992.

(2) – valores definidos pelo Comitê Euro-International du Beton. CEB-FIP Model Code 1990. Design Code. Lausanne, CEB, May 1993. 437p. (Bulletin D'Information, 213-214)

Com o objetivo de facilitar a compreensão, Helene (1993) aponta que o tempo necessário à despassivação pode ser aumentado com:

- a) o aumento da espessura da camada do concreto de cobrimento;
- b) a redução da relação água/cimento;
- c) a secagem do concreto;
- d) a redução da umidade relativa do ambiente no qual a estrutura está inserida;
- e) a redução da temperatura;
- f) o aumento do tempo de cura do concreto;
- g) o aumento do teor de C₃A, aluminato tricálcico;
- h) a saturação do concreto.

2.9.1 - Período de iniciação

Os processos principais de transporte que descrevem o movimento de substâncias agressivas através do concreto podem ser classificados, segundo Long et al. (2001), como segue:

- a) absorção quando substâncias em contato com o concreto passam a preencher o espaço dos poros disponíveis no interior do mesmo, por meio da sucção capilar;

b) permeabilidade quando ocorre a passagem de substâncias fluidas através do concreto devido a ação de um gradiente de pressão;

c) difusão quando um líquido, gás ou íon migra através do concreto, devido a um gradiente de concentração.

Segundo Fortes e Andrade (2001), o período de iniciação é o tempo decorrido para que o agente agressivo penetre através do concreto de cobrimento, atingindo a armadura até despassivá-la, conforme o modelo de Tuutti (1982). Esse fato não significa que a partir desse momento ocorrerá corrosão importante; contudo, pelo lado da segurança, é o período que deve ser utilizado no projeto da estrutura.

Para Helene (1993), o período de iniciação pode ser associado à termodinâmica do processo de corrosão, isto é, existência ou não de condições imprescindíveis para que ocorra a corrosão, comumente relacionada à qualidade do concreto de cobrimento e à agressividade do ambiente. Normalmente, o período de iniciação corresponde ao tempo necessário para que a frente de carbonatação ou a frente de cloretos alcancem a armadura. Por frente de carbonatação entende-se a posição de interface entre a região carbonatada, de baixa alcalinidade por ação do gás carbônico sobre os produtos alcalinos da hidratação do cimento, e a região vizinha, não carbonatada e conseqüentemente de elevado pH. Por frente de cloretos entende-se a posição da interface entre a região contaminada por um certo nível de cloretos suficiente para despassivar a armadura naquela condição específica e a região próxima onde o teor de cloretos ainda não atingiu o nível suficiente para despassivar. Esse teor de cloretos muda em razão de muitas condicionantes e pode ser de 0,05% a 1% da massa do cimento.

Conforme Rostam (1996), a fase de iniciação corresponde ao período durante o qual nenhum enfraquecimento notável do material ou do funcionamento da estrutura acontece. Entretanto, nesse período, alguma barreira protetora está sendo superada pelos agentes agressivos. A carbonatação, a penetração de cloretos e acumulação de sulfato são exemplos de mecanismos que determinam a duração do período de iniciação.

2.9.1.1 - A despassivação por carbonatação

Segundo Helene (1998), a despassivação por carbonatação ocorre, principalmente, por ação do gás carbônico da atmosfera, que penetra no concreto de cobrimento por meio de um mecanismo denominado difusão e reage com os hidróxidos alcalinos da solução dos poros do concreto, reduzindo o pH dessa solução. A despassivação danosa só acontece de maneira significativa em ambientes sujeitos a ciclos de molhagem e secagem, facilitando a instalação do processo de corrosão. A identificação da frente ou profundidade de carbonatação necessita

de ensaios específicos. O processo da carbonatação não é detectado a olho nu, não reduz a resistência do concreto e até aumenta a dureza superficial do mesmo. Ao alcançar a armadura, dependendo das condições de umidade ambiente, pode provocar séria corrosão, com o surgimento de manchas, fissuras, destacamentos de pedaços de concreto e até perda da secção resistente e da aderência, favorecendo o colapso da estrutura ou de parte dela.

Para Helene (1993), além do gás carbônico, outros gases ácidos, como o dióxido de enxofre e o gás sulfídrico, também podem cooperar, entretanto de maneira menos intensa, para a diminuição do pH da solução existente nos poros do concreto.

A água intersticial do concreto é altamente alcalina, com um pH que varia entre 12 e 13, o que dá ao concreto um caráter básico, proporcionando as condições para que ocorra a reação de passivação da armadura. Quando a alcalinidade da solução presente nos poros do concreto, pela ação de agentes agressivos, tem seu pH reduzido para um patamar entre 8,3 e 9 à temperatura ambiente, reduz de maneira significativa as condições de estabilidade química da película passivadora da armadura, conforme Helene (1993).

A frente de carbonatação poderá ser detectada, segundo Helene (1993), por meio de um indicador químico apropriado, à base de fenolftaleína ou timolftaleína, que indica mudança de pH entre 8 e 11. Trata-se de metodologia de medida da espessura carbonatada do concreto, a partir da superfície em contato com o ambiente. O ensaio tem caráter destrutivo e deve-se evitar efetuar-lo sobre concretos serrados, molhados em excesso, com poeira depositada ou com superfície exposta ao ar por mais de 15 minutos. Deve-se quebrar uma pequena porção de concreto e, rapidamente, aplicar o indicador químico, por meio de pulverização da solução de fenolftaleína ou timolftaleína a 1% em álcool etílico. Decorridos de 30 a 90 segundos da pulverização do indicador químico, a superfície de concreto não-carbonatada terá sua cor alterada e a medida da espessura incolor deve ser anotada com uma precisão de mm.

A principal informação dessa medida é saber se a frente de carbonatação alcançou ou não a armadura. Se já alcançou a armadura, significa que contribuiu para a sua despassivação. Se ainda não atingiu a armadura, a informação proporciona estimar a vida útil residual da estrutura. Observa-se que o processo de corrosão poderá também estar sofrendo a ação simultânea da contaminação por cloretos.

Segundo Greger (1969), o pH de viragem de cor da fenolftaleína é de 8,3 a 10, acima do qual apresenta coloração vermelho-carmim, para áreas não-carbonatadas (alcalinas), sendo incolor abaixo dessa faixa, caracterizando áreas carbonatadas. Quando o pH está entre 8,3 e 10, a fenolftaleína indica uma coloração transitória de incolor a vermelho-carmim. O pH de

alteração de cor da timolftaleína é de 8,3 a 10,5, acima do qual apresenta coloração azul-escura, indicando áreas não-carbonatadas (alcalinas), sendo abaixo dessa faixa incolor, revelando áreas carbonatadas. Quando o pH está entre 8,3 e 10,5, a timolftaleína mostra uma coloração transitória de incolor a azul-escura.

Segundo Fortes e Andrade (2001), a armadura, quando envolta por concreto carbonatado, pode sofrer corrosão como se estivesse exposta à atmosfera, sem nenhum tipo de proteção, com a agravante de que a umidade permanece, no interior do concreto, por tempo muito maior do que se estivesse exposta ao ar. O concreto é um material que absorve a umidade do ambiente com bastante facilidade e, em contrapartida, perde a umidade muito devagar. No caso da umidade externa ser constante, pode ocorrer um equilíbrio entre a umidade no interior do concreto e a umidade relativa ambiental. Entretanto, quando há variação da umidade exterior, a do interior do concreto não acompanha. Portanto, somente a superfície externa da estrutura de concreto adquire equilíbrio com a umidade relativa exterior.

Para Helene (1993), os poros e capilares do concreto têm diâmetros que variam desde alguns angstroms até milímetros. Em concretos não-submersos, esses poros estão parcialmente preenchidos por água. O gás carbônico penetrará então no concreto atravessando os poros com ar e os poros com água. Conforme Tuutti (1982), a difusão do gás carbônico na fase líquida e na fase gasosa difere de um fator de aproximadamente 10^4 , o que faz com que a taxa de carbonatação seja fortemente influenciada pelo teor de umidade do concreto, o qual, em última instância, depende da umidade relativa do ambiente e do microclima no qual está localizada a estrutura.

O modelo matemático clássico, segundo Helene (1993), majoritariamente utilizado para representar e calcular o desenvolvimento da difusão do CO_2 e da profundidade de carbonatação com o tempo, é:

$$e_{\text{CO}_2} = K_{\text{CO}_2} \times t^{1/2} \quad (2.1)$$

onde: e_{CO_2} = espessura ou profundidade carbonatada, expressa comumente em mm;

K_{CO_2} = coeficiente de carbonatação que depende da difusividade do CO_2 , do gradiente de concentração de CO_2 e da quantia retida de CO_2 , em $\text{mm/ano}^{1/2}$;

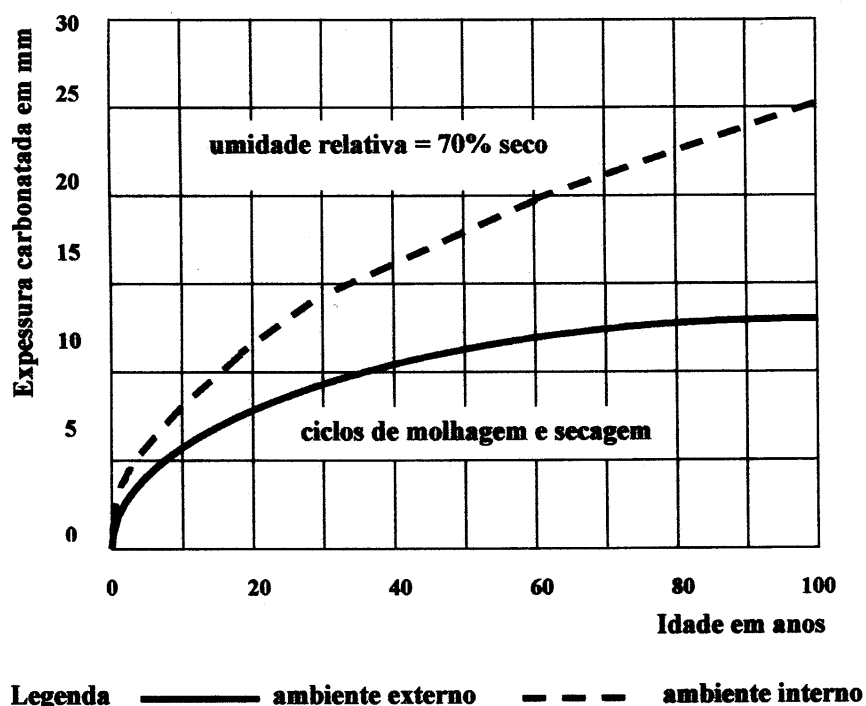
t = tempo de exposição de CO_2 , expressa geralmente em anos.

Observa-se que a difusividade do CO_2 depende do grau de umidade dos poros do concreto, isto é, varia em razão da umidade relativa do ambiente em que a estrutura está inserida.

Schiessl (1991), citado por Helene (1993), baseando-se em investigações experimentais nas quais observou que os concretos umedecem muito mais rápido do que secam por perda de água evaporada em períodos de seca, propôs a distinção do fenômeno da evolução da carbonatação com o tempo para ambientes internos e para ambientes externos. A consequência disso é que os concretos no exterior, submetidos a ciclos de molhagem e secagem, permanecem mais tempo úmidos, condição essa que implica uma redução da difusão do gás carbônico, CO_2 , reduzindo a velocidade de carbonatação.

Para ambientes interiores, nos quais as condições ambientais praticamente não se alteram, esse modelo tem reproduzido bem a realidade. Já para ambientes exteriores, a profundidade de carbonatação real encontrada tem sido menor que a prevista pelo modelo da equação 2.1, conforme exposto na figura 2.9.

Figura 2.9. Representação esquemática da evolução da carbonatação com o tempo em componentes estruturais submetidos a ambientes interiores e a ambientes exteriores sujeitos a ciclos de molhagem e secagem



FONTE: HELENE, 1993, p.100.

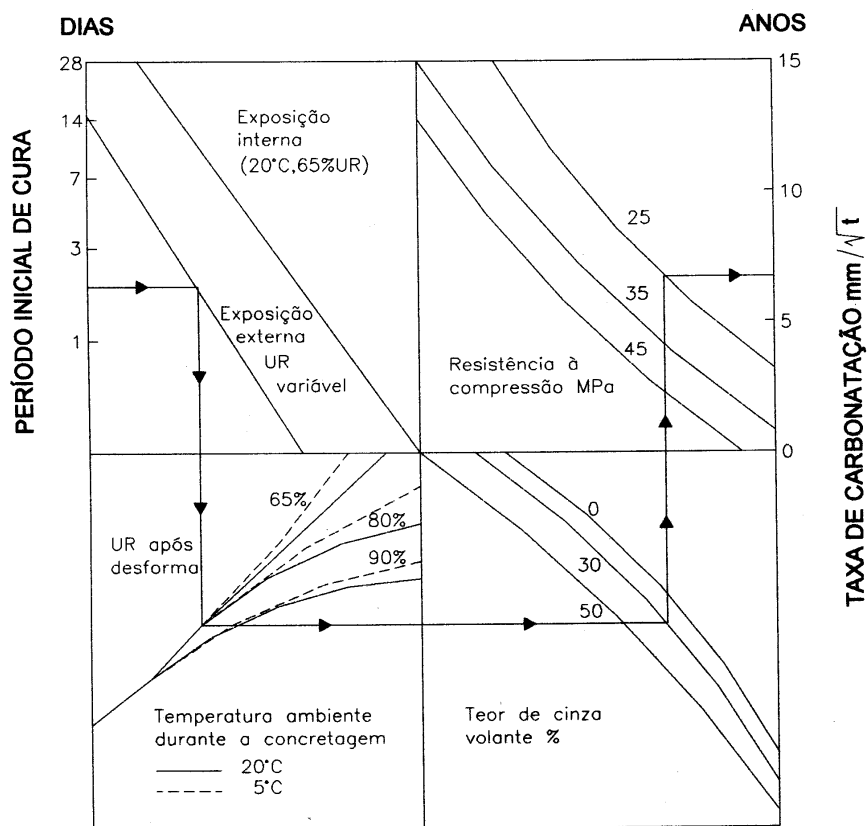
Com base na figura 2.8 e equação 2.1, pode-se afirmar, segundo Helene (1993), que dobrar a espessura do cobrimento de concreto da armadura significa multiplicar por quatro a vida útil da estrutura, isso em termos de carbonatação. Essa relação pode ser ainda maior ao se considerar a estrutura sujeita a ciclos de molhagem e secagem.

É importante lembrar que a constante K_{CO_2} da equação 2.1 é função de vários fatores e aumenta com:

- a redução da umidade relativa do ambiente até atingir um máximo em torno de 65% a 85%. Com a umidade relativa do ar $\leq 50\%$ passa a faltar água para a reação de carbonatação, como também com a umidade relativa do ar $> 95\%$ praticamente não ocorre carbonatação;
- o aumento da relação água/cimento do concreto;
- a redução do teor de $Ca(OH)_2$ nos poros do concreto;
- o aumento da porosidade e permeabilidade do concreto;
- a ausência ou inadequação da cura.

Thomas e Matthews (1992), citados por Helene (1993), com o objetivo de retratar tantas variáveis atuando ao mesmo tempo, propõem a utilização de nomogramas no lugar de equações, conforme fig. 2.10 a seguir:

Figura 2.10. Nomograma para predição do coeficiente K_{CO_2} da equação 2.1



FONTE: HELENE, 1993, p. 103.

2.9.1.2 - A despassivação por cloretos

Em estruturas prontas, os cloretos presentes no meio ambiente podem penetrar na estrutura por meio dos mecanismos tradicionais de penetração de água e transporte de íons.

Os cloretos agressivos estão presentes na natureza na forma dissolvida em água. O concreto, por apresentar poros com dimensões bem menores que as dos cristais usuais dos cloretos sólidos, não é atacado por estes com muita gravidade. No entanto, os cristais dos cloretos sólidos podem depositar-se por impactação na superfície do concreto e aí permanecer até que a água de uma chuva os dissolva e os conduza para o interior da estrutura, conforme Helene (1993).

Engelund e Sorensen (1998) informam que ocorre o início da corrosão quando a concentração de cloreto na região da armadura excede um valor limite. Em estágio avançado, a corrosão pode causar redução significativa na secção resistente do aço, tornando a armadura frágil e facilitando o fracasso da estrutura sem avisos anteriores.

Para Helene (1998), a despassivação por elevado teor de cloretos ocorre por penetração de cloreto mediante o processo de difusão, de saturação ou absorção capilar de águas contendo teores de cloreto, que, ao excederem, na solução dos poros do concreto, o limite relativo à concentração de hidroxilas, despassivam a superfície do aço e estabelecem a corrosão. A identificação da frente ou profundidade de penetração de certo teor crítico de cloreto necessita de ensaios específicos. O processo não é detectado a olho nu, não diminui a resistência do concreto, nem modifica a aparência superficial do mesmo. Ao alcançar a armadura, pode provocar séria corrosão, com o surgimento de manchas, fissuras, destacamentos de pedaços de concreto e até perda da secção resistente e da aderência, favorecendo o colapso da estrutura ou de parte dela.

Esses elevados teores de cloretos podem, casualmente, ter sido inseridos, impensadamente, durante o preparo do concreto, comumente por meio de adição de produtos aceleradores de endurecimento. De modo geral, todos os elementos que ao serem incluídos no concreto colaboram para que ocorra um aumento de sua permeabilidade podem ser considerados agressivos à armadura. Entre esses elementos estão: teor elevado de matéria orgânica presente nos agregados, teor excessivo de materiais pulverulentos, teor alto de torrões de argila, materiais carbonosos, sulfetos e enxofre casualmente encontrado em demasia em escórias ou cimentos de alto forno, conforme Helene (1993).

A profundidade de penetração e o teor de cloretos são dependentes do microclima e da atmosfera onde a estrutura ou elemento estrutural está inserido. Comumente os locais de

variação e respingos da maré estão entre os mais atacados, pois existem cloretos, água e oxigênio necessários para a ocorrência do processo de corrosão, segundo Helene (1993).

Para Liam et al. (1992), um aumento de temperatura de 15°C para 30°C praticamente duplica o coeficiente efetivo de difusão de cloretos.

O teor de cloretos dissolvidos e livres para reagir, presente na solução aquosa dos poros do concreto, é determinante da perda de passivação da armadura, mesmo em meio fortemente alcalino, quando o pH é da ordem de 12 a 13, característico da solução existente nos poros do concreto. O teor de cloretos pode ser fixado mediante a metodologia adotada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, na qual a medida deve ser realizada a partir de amostras de concreto, adequadamente retiradas de pontos estratégicos dos corpos de prova ou dos elementos estruturais. Muitas vezes pode ser preferível retirar o concreto moído com o emprego de perfuratrizes eletromecânicas ou pneumáticas, que podem penetrar no concreto até a profundidade média pretendida, recolhendo-se o material desagregado e moído numa quantia suficiente para o ensaio. Normalmente, é possível obter material de 5 em 5mm de profundidade, por meio de 3 a 5 furos na região em estudo. Pode-se associar o teor de cloretos totais ao teor medido por meio de dissolução em ácido, e o teor de cloretos livres à dissolução em água. Comumente, é preferível empregar a determinação de cloretos solúveis em ácido, em lugar da de solúveis em água, sobretudo quando a intenção é confrontar com valores definidos em normas que, em sua maioria, referem-se a limites para cloretos totais, segundo Helene (1993).

Ainda o mesmo autor informa que o resultado de teor de cloretos é geralmente expresso em porcentagem de cloretos solúveis em água ou em ácido em relação à massa do cimento. Em alguns casos, pode também ser expresso em porcentagem de cloretos por unidade de massa ou de volume de concreto. Há muita polêmica com relação ao teor crítico de cloretos solúveis suficiente para despassivar a armadura envolvida por concreto. Isso porque, em grande parte, os estudos foram realizados com armaduras imersas em solução de hidróxido de cálcio, o que não reproduz as mesmas condições que o sistema aço/concreto. Não foi definitivamente apurada a concentração de cloretos que efetivamente pode despassivar a armadura no interior do concreto.

O CEB - Comitê Euro-International du Beton, recomenda que o limite a ser considerado deve levar em consideração também a umidade relativa do ambiente no qual a estrutura está inserida, a qualidade do concreto e a possível ocorrência ao mesmo tempo de carbonatação. Comumente, considera-se que 0,4% em relação à massa de cimento, ou 0,05%

a 0,1% em relação ao peso do concreto, são quantias suficientes de cloretos totais para despassivar a amadura.

Segundo a NBR 6118, o teor máximo total de cloretos em relação à água de amassamento é 500mg/l, ou seja, 0,05%.

A equação empregada para o cálculo da espessura mínima de cobrimento das armaduras nas estruturas de concreto armado para o caso do fenômeno de despassivação por penetração de cloretos é:

$$C_{cl} = 2 \times (Z) \times [D_{efCl} \times t]^{1/2} \quad (2.2)$$

onde: C_{cl} = espessura em cm;

Z = valor da função de erro de Gauss que é encontrada em manuais de matemática.

D_{efCl} = coeficiente efetivo de difusão do concreto em questão, em cm^2/ano ;

t = vida útil em anos;

Os valores da função de erro de Gauss são apresentados na tabela 2.3.

Tabela 2.3. Valores da função de erro de Gauss

Z	erf(z)	z	erf(z)	z	erf(z)
0,00	0,0000	0,40	0,4284	1,20	0,9103
0,01	0,0113	0,45	0,4755	1,30	0,9340
0,05	0,0564	0,50	0,5205	1,40	0,9523
0,10	0,1125	0,60	0,6039	1,50	0,9661
0,15	0,1680	0,70	0,6778	1,60	0,9763
0,20	0,2227	0,80	0,7421	1,70	0,9838
0,25	0,2763	0,90	0,7969	1,80	0,9891
0,30	0,3286	1,00	0,8427	1,90	0,9928
0,35	0,3794	1,10	0,8802	2,00	0,9953

FONTE: HELENE, 1998, p. 26.

Os valores da função de erro de Gauss são definidos por meio das seguintes equações:

$$\text{erf}(z) = 1 - [C_{ccI} - C_0] \div [C_s - C_0] \quad (2.3)$$

$$\text{erf}(z) = [C_s - 0,30] \div [C_s - 0,02] \quad (2.4)$$

onde: $\text{erf}(z)$ = função de erro de Gauss;

C_{cc} = concentração dos cloretos na profundidade c_{cc} , no tempo t ;

C_0 = concentração inicial de cloretos no interior do concreto do elemento estrutural;

C_s = concentração de cloretos na superfície do elemento estrutural de concreto, admitida constante.

2.9.2 - Período de propagação

Segundo Fortes e Andrade (2001), encontrando-se a armadura despassivada pela chegada da frente de carbonatação ou pela frente de cloretos ou, ainda, pela ação conjunta de ambas as frentes, a armadura desprotegida fica vulnerável ao fenômeno da corrosão. Conforme o modelo de Tuutti (1982), inicia-se a propagação da corrosão a partir de três condições essenciais, ou seja, a existência de um eletrólito, de uma diferença de potencial e de oxigênio.

Existem agentes agressivos que colaboram sensivelmente para a aceleração da corrosão, devido ao aumento que provocam na condutibilidade elétrica do eletrólito. Entre esses agentes, citam-se: os íons cloretos (Cl^-), os íons sulfatos (S_2^-), o dióxido de carbono (CO_2), os nitritos (NO_3^-), o gás sulfídrico (H_2S), o cátion amônio (NH_4^+), os óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3) e fuligem, conforme Helene (1986), citado por Fortes e Andrade (2001).

A fase de propagação, segundo Rostam (1996), é o período durante o qual a deterioração desenvolve-se ativamente e pode ser observada a perda progressiva da funcionalidade da estrutura de concreto armado. Vários mecanismos de deterioração desenvolvem-se a uma taxa que cresce com o tempo, sendo a corrosão das armaduras um exemplo importante da propagação do processo de deterioração.

De acordo com Helene (1993), o período de propagação pode ser associado à cinética do processo de corrosão, isto é, à existência de condições que apressem ou retardem as reações, modificando a taxa de corrosão no tempo. A velocidade ou taxa de corrosão será função da maior ou menor mobilidade dos íons através do concreto, particularmente do concreto de cobrimento, e enquanto não há fissura ou destacamento importantes. Por esse motivo, o início da reação de corrosão tem sua cinética e o seu controle predominantemente definidos pelas características do concreto de cobrimento.

A heterogeneidade existente na superfície do aço e do concreto, na proximidade da armadura, segundo Fortes e Andrade (2001), poderá justificar a formação das chamadas micropilhas, devido a ocorrência de diferença de potencial entre pontos distintos muito próximos entre si, ou das chamadas macropilhas, em virtude de diferença de potencial entre pontos separados por distâncias maiores.

Para Fortes e Andrade (2001), a velocidade de corrosão no período de propagação não é constante e depende principalmente dos seguintes fatores: ação dos cloretos em áreas localizadas ou da carbonatação em regiões mais amplas; efeito da umidade; efeito da resistividade e do acesso de oxigênio; efeito da temperatura; permeabilidade e efeitos da formação de macropilha que são adicionados aos oriundos das micropilhas.

Conforme Helene (1993), os produtos da corrosão, constituídos de óxi-hidróxidos de ferro, podem ocupar volume várias vezes superior ao volume original da armadura, podendo ocasionar pressões de expansão da ordem de 15MPa. Inicialmente essas tensões promovem a fissuração do concreto ao longo da direção da armadura longitudinal corroída, promovendo o ataque de agentes agressivos, da água, da umidade e do oxigênio, apressando o processo e originando o destacamento do concreto de cobrimento. Isso pode ocorrer tanto com a armadura principal quanto com os estribos que comumente estão mais próximos da superfície do elemento estrutural.

A corrosão afeta a integridade do concreto armado, segundo Cheung e Kyle (1996), de dois modos distintos. O fator mais evidente é a perda de parte da secção transversal da armadura de aço, diminuindo a capacidade estrutural do elemento. Secundariamente, os produtos da corrosão ocupam volume maior que o inicial da armadura, causando a separação entre a camada de concreto de cobrimento, a armadura remanescente e o restante do elemento estrutural.

As lajes, segundo Helene (1993), são os elementos estruturais que sofrem a maior incidência de corrosão. Isso se deve à maior dificuldade de se garantir o cobrimento das armaduras, pois as lajes têm pequenas espessuras, cobrem grandes áreas e se constituem em local de movimentação do pessoal e equipamentos durante os trabalhos de concretagem. Em pilares e vigas, o primeiro sinal comumente não é dado pela armadura longitudinal e sim pelos estribos, que freqüentemente se apóiam diretamente nas fôrmas, sem cobrimento adequado de concreto. Entretanto, sempre que a espessura da camada de concreto de cobrimento dos estribos superar 2cm, raramente o concreto desse cobrimento será fissurado ou destacado, sobretudo nas regiões onde o concreto esteja sob o esforço de compressão. Nesses casos, o sinal característico do elemento estrutural será apresentar diretamente a fissura longitudinal, devido à corrosão da armadura principal. Salienta-se que os maiores riscos de surgimento de corrosão nem sempre coincidem com os lugares de maior seriedade do problema. Ainda, conforme Helene (1993), enquanto a maior ocorrência do problema de corrosão se verifica em lajes e estribos, do ponto de vista da segurança estrutural tem maior gravidade a corrosão das armaduras principais de pilares, vigas e lajes, nessa ordem.

O microclima no qual está inserida uma estrutura ou parte dela interfere substancialmente no fenômeno da corrosão. É desse modo que, sob as mesmas condições de construção, a corrosão iniciar-se-á nos locais mais quentes, mais úmidos, porém não saturados, onde haja condensação e secagem, onde as heterogeneidades e ciclos de molhagem e secagem sejam maiores. Por isso a incidência mais acentuada da corrosão em locais como vestiários, banheiros, cozinhas, reservatórios de água, fachadas em geral e pilares do térreo.

O risco de corrosão também é maior nos elementos estruturais em que o concreto sofre esforços de tração com fissuras, tais como componentes estruturais fletidos projetados em estágio II e III e em regiões angulosas, arestas e cantos da estrutura. Portanto, projetar estruturas com cantos e arestas arredondadas, bem como aumentar o cobrimento de concreto da armadura em circunstâncias e lugares de acentuada agressividade, é sempre recomendável.

Em alguns casos especiais, onde prevaleça a corrosão por cloretos ou onde o concreto seja poroso o suficiente para acomodar os produtos expansivos da corrosão, pode acontecer a corrosão sem o surgimento de fissuras, sem o destacamento do concreto de cobrimento ou até mesmo, em situações mais especiais, sem o surgimento de manchas externas de corrosão. Esses casos são graves, pois a corrosão pode desenvolver-se sem dar sinais externos perceptíveis provocando a ruína da estrutura, segundo Helene (1993).

Segundo Lopes (1998), recomenda-se a execução de ensaios para determinar o teor de cloretos em edifícios que apresentem as seguintes situações:

- a) localização em cidade litorânea;
- b) suspeita de contaminação do material;
- c) uso demasiado de aditivo acelerador de pega à base de cloretos.

2.9.3 - Potencial de corrosão

Na avaliação do sistema concreto-armadura e meio ambiente, o método utilizado é o ensaio normalizado pela ASTM C 876 Standard Test Method for Half Cell Potential of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete, que, de forma resumida, consiste no seguinte:

- a) por meio de um eletrodo de referência, como o de cobre/sulfato de cobre que, tem potencial padrão de +0,318V, é medida a diferença de potencial de eletrodo do sistema armadura-concreto, comparativamente ao potencial do eletrodo de referência, em regiões próximas do ponto de aplicação do eletrodo de referência na superfície do concreto;
- b) um voltímetro de alta impedância ($\geq 10\text{m}\Omega$), para reduzir os efeitos de polarização, é conectado entre a armadura e o eletrodo de referência, o qual fica apoiado sobre a

superfície do componente estrutural e tem por objetivo medir a intensidade do fluxo de elétrons da armadura em direção ao eletrodo de referência. Este é mais nobre e tem potencial mais positivo, indicando dessa forma a intensidade da diferença de potencial de eletrodo entre as duas semicélulas, isto é, a semicélula concreto-armadura e a semicélula estável que é o eletrodo de referência. O resultado indicado no voltímetro é o potencial de corrosão, também conhecido como potencial de eletrodo ou ainda como potencial eletroquímico.

Segundo Helene (1993), um dos cuidados mais importantes é assegurar um bom contato elétrico entre a armadura e o eletrodo de referência, assim como um bom contato elétrico entre as diversas barras que compõem a armadura na região em estudo. Outro cuidado necessário é assegurar um contato elétrico bom, localizado e delimitado entre o eletrodo de referência e a superfície do concreto. Isso é normalmente conseguido com o uso de uma esponja embebida em solução de alta condutividade elétrica. A solução mais comumente usada é detergente dissolvido em água na concentração de 4 a 10cm³/dm³.

Ainda, conforme Helene (1993), os resultados podem ser afetados pelos seguintes fatores principais:

- a) estado, qualidade e espessura do revestimento de concreto: concreto de revestimento com elevada resistividade e seco pode mascarar o resultado, pois pode apresentar diferença de potencial aparente na superfície do concreto de até 0,2 a 0,3V a mais de distorção, em relação ao valor efetivo na superfície da armadura;
- b) frentes de carbonatação e de cloretos: têm influências opostas, isto é, enquanto a carbonatação aumenta a resistividade do revestimento de concreto, a presença de cloretos diminui. Como consequência, o potencial de corrosão medido na superfície do concreto pode ser mais elevado no caso da frente de carbonatação ou mais próximo do efetivo potencial no caso da frente de cloretos;
- c) correntes erráticas eventuais: toda corrente elétrica de fuga que atinja a armadura pode alterar substancialmente as leituras. Não é recomendado proceder a ensaios de potencial simultaneamente à soldagem de barras em locais próximos em uma mesma estrutura com armaduras conectadas entre si;
- d) temperatura: a temperatura padrão é 25°C, sendo recomendado efetuar leituras dentro de uma faixa superior a 8°C e preferencialmente abaixo de 40°C e sempre acima de 1°C. Segundo a ASTM C 876, o coeficiente de correção das leituras em função da temperatura é de 0,0009V/°C, que deve ser subtraído ou adicionado em razão de a temperatura ser inferior ou superior à temperatura padrão;

- e) concentração do eletrólito: a concentração do sulfato de cobre na solução do eletrodo de referência pode alterar os resultados. Para isso não ocorrer é necessário manter sempre um excesso de cristais de sulfato de cobre, assegurando solução saturada.

A ASTM C 876 apresenta como critério de julgamento os valores constantes da tabela 2.4 a seguir:

Tabela 2.4. Critérios de estimação da corrosão por meio de medidas de potencial de corrosão segundo a ASTM C 876

Intervalo de potencial – Cu/CuSO₄ em (V)	Probabilidade de corrosão
0 a - 0,200	Abaixo de 5%
- 0,200 a - 0,350	Indefinida
Acima de - 0,350	Acima de 95%

Deve-se ressaltar que os valores apresentados pelo método ASTM C 876 não devem ser tomados como absolutos, sendo aceitáveis apenas como referência. Segundo Helene (1993), essa relatividade, no entanto, não desmerece o método; ao contrário, se bem utilizado, e combinando-se os resultados com outras determinações de teor de cloretos, resistividade do concreto e profundidade de carbonatação, por exemplo, é perfeitamente possível estabelecer um quadro claro da situação de corrosão na estrutura ou em laboratório.

Este método é normalmente utilizado para registrar uma dada situação em termos de probabilidade de corrosão, permitindo também acompanhar a evolução no tempo, isto é, fazer um monitoramento da estrutura ou corpo de prova em estudo.

No capítulo seguinte define-se a metodologia a ser utilizada neste trabalho, expondo o método científico empregado na coleta dos dados e fixando os parâmetros para cada componente da estrutura, bem como a classificação dos danos mediante a intensidade das manifestações patológicas.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

3.1 - Definição da Metodologia em Razão da Situação em Estudo

A investigação científica depende, segundo Gil (1999), citado por Silva e Menezes (2001), de um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos para que seus objetivos sejam atingidos. Define-se método científico como sendo o conjunto de processos ou operações mentais que se devem empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa.

Considera-se esta pesquisa, do ponto de vista de seus objetivos, como sendo uma pesquisa exploratória, pois o que se pretendeu foi proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, considera-se esta investigação como sendo um estudo de caso, pois envolveu o estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que se permitisse o seu amplo e detalhado conhecimento, conforme Gil (1999), citado por Silva e Menezes (2001).

Esta investigação foi aplicada em 06 (seis) edificações construídas no interior do campus-sede da Universidade Estadual de Maringá, denominadas Bloco C23, Bloco F67, Bloco P03, Bloco D34, Bloco G34 e Bloco G56. Essas construções apresentavam as seguintes características principais:

- a) número de pavimentos = 3;
- b) sistema construtivo utilizado na execução = convencional;
- c) estrutura = em concreto armado aparente;
- d) resistência característica do concreto à compressão = 15 MPa;
- e) fator água/cimento = ignorado.

A tabela 3.1 a seguir apresenta outros dados das edificações pesquisadas.

Tabela 3.1. Dados referentes aos edifícios pesquisados

Bloco	Área em m ²	Modalidade de contratação da obra	Ano de término	Idade da estrutura em anos
C23	2.986,74	Pessoal interno	1990	12
F67	2.986,74	Pessoal interno	1990	12
P03	3.950,13	Pessoal interno	1990	12
D34	2.654,17	Empreita	1984	18
G34	2.654,17	Empreita	1984	18
G56	3.009,60	Empreita	1981	21

FONTE: UEM/PCU/DOP/PTO.

Essa amostra foi determinada de forma não-probabilística do tipo amostra intencional, pois no interior do campus havia 197 (cento e noventa e sete) edificações construídas. Entretanto, 80 (oitenta) edificações eram térreas e o sistema construtivo era o de painéis autoportantes, pré-fabricados em concreto armado, não fazendo parte do padrão construtivo adotado pela Universidade Estadual de Maringá; por isso não foram consideradas. Dessa forma, o universo considerado tinha 117 (cento e dezessete) unidades construídas, que perfazendo uma área total de 78.888,25m².

A amostra, assim definida, representou um percentual de 5,13% e 23,12%, respectivamente, com relação ao número de unidades e à área construída considerada.

Os edifícios de 3 (três) pavimentos foram selecionados porque a UEM adotou um plano de verticalização das edificações do campus-sede, o qual foi aprovado junto aos órgãos competentes e estava sendo implantado.

Esse plano de verticalização surgiu devido à necessidade de se alojar no campus-sede 11 (onze) novos cursos e atender ao crescimento natural da própria instituição. Portanto, as edificações de 3 (três) pavimentos despertaram maior interesse quanto ao estudo, pois eram os exemplares que mais se assemelhavam com as construções futuras.

Um estudo nessas edificações poderia colaborar, no futuro, na prevenção de possíveis falhas cometidas em qualquer das fases que envolveram os procedimentos construtivos dos edifícios em questão.

As edificações selecionadas foram inspecionadas, elaborando-se um relatório técnico de vistoria e um relatório técnico de inspeção para cada edifício, considerando-se a condição atual de cada elemento estrutural que compunha a estrutura.

Em seguida ao levantamento de campo, utilizando-se do relatório técnico de vistoria, do relatório técnico de inspeção, do formulário para o cálculo do grau de deterioração de um elemento (Gde) e da planilha sinopse dos danos, teve-se condição de determinar o grau de deterioração de uma família de elementos (Gdf) que compunham a edificação. Assim, foi possível, após a realização do cálculo do Gdf para todas as famílias de elementos da edificação, a obtenção do grau de deterioração da estrutura (Gd) do edifício pesquisado e que, por sua vez, representava o nível de deterioração da estrutura.

Após a determinação do grau de deterioração da estrutura (Gd), teve-se condição de avaliar os dados, visando a determinação de medidas a serem adotadas com base nos níveis de deterioração da estrutura.

3.2 - Fixação dos Parâmetros Utilizados para os Componentes Estruturais

A metodologia proposta por Castro (1994), em sua dissertação de Mestrado em estruturas, no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Brasília, baseia-se em:

- a) critérios adotados por Klein et al. (1991) visando implementar vistorias em obras de arte, tais como pontes e viadutos com estrutura de concreto, com o objetivo de indicar as intervenções necessárias para o programa de manutenção periódica. Tais critérios permitem a quantificação do grau de deterioração de uma estrutura usual e de seus componentes;
- b) modelo desenvolvido por Tuutti (1982), no estudo do desenvolvimento do processo de corrosão de armadura. O modelo serviu de base para a formulação do cálculo do grau do dano em um elemento estrutural de concreto.

A estrutura é dividida em famílias de elementos estruturais característicos. Para cada família é definida uma matriz com as prováveis manifestações de danos, próprias da família, e respectivos fatores de ponderação.

Essa metodologia, segundo Lopes (1998), foi analisada e verificou-se a necessidade de algumas pequenas alterações, visando a maior abrangência e facilidade de sua aplicação. Inicialmente, observou-se a necessidade de alteração da nomenclatura das famílias, acréscimo de danos e realização de ensaios.

Quanto à nomenclatura das famílias, na metodologia original consta a família de elementos denominada juntas. Considerando que houve dificuldade durante a inspeção para identificar tais elementos, por estarem entre elementos como pilares, vigas e lajes, ao se atribuir danos a ela poderia incorrer-se no erro de não assinalá-los em todos os elementos que se avizinhavam e que eram afetados por seus danos. Assim, Lopes (1998) definiu-se pela exclusão dessa família de elementos, mantendo-se as demais: pilar, viga, laje, escada ou rampa, cortina, reservatório, bloco e elementos de composição arquitetônica.

Os elementos de composição arquitetônica são componentes em concreto armado que, em sua maioria, são utilizados para composição de fachadas, como também para a proteção da luz solar. Esses elementos, por possuírem a mesma composição dos elementos estruturais da edificação, podem apresentar os problemas de manifestações patológicas ao longo do tempo.

Quanto aos danos, Lopes (1998) alterou a relação original com a unificação daqueles referentes à junta de dilatação, englobando-os sob a denominação de junta danificada. Agiu-se da mesma forma com os danos referentes a recalques e a deslocamentos da estrutura,

unificando-os sob o título de recalque/deslocamento. Originalmente, o dano corrosão estava intitulado como mancha de corrosão, tendo sido alterado para corrosão, abrangendo todos os seus estágios, desde o surgimento de manchas até a perda total da seção da armadura. Foram acrescentados os danos referentes à deformação lenta ou fluência, sobrecarga, agressão ambiental e junção de elementos.

Quanto a ensaios durante a inspeção, considerando que alguns danos necessitavam melhor investigação da estrutura, Lopes (1998) introduziu na metodologia a realização dos ensaios de profundidade de carbonatação, teor de cloretos e do cobrimento das armaduras. Além dos ensaios inseridos pelo citado autor, definiu-se nesta dissertação pela inclusão do ensaio de potencial de corrosão.

Esses ensaios foram realizados após a vistoria dos componentes da estrutura, possibilitando melhor definição das áreas que seriam inspecionadas. O número de áreas de inspeção, para cada edificação, foi de seis, localizadas em seis elementos distintos. As áreas foram escolhidas considerando-se as localizações mais expostas ao ataque de agentes agressivos, cuja possibilidade de apresentar ou vir a manifestar futuramente alguma espécie de dano fosse maior, ou, ainda, componentes estruturais que pela sua importância na estrutura necessitassem de atenção maior na monitoração.

Conforme Lopes (1998), cada área de inspeção media $2,25\text{m}^2$, e foram escolhidos seis pontos, que distavam no mínimo 30cm uns dos outros. Para isso, foi desenhado no componente estrutural um quadrado com lado de 1,5m e dividido em 25 quadrados com lado de 0,30m, dos quais seis foram selecionados.

Nesses pontos foram feitas medidas da espessura do cobrimento de concreto, utilizando-se para isso um paquímetro digital com precisão de 0,1mm, fazendo-se o registro de sua espessura em milímetros e da sua natureza. No caso de pintura, fosse qual fosse, dever-se-ia registrar a sua existência, por serem barreiras protetoras que poderiam ser consideradas durante a análise. As fraturas no concreto foram obtidas, preferencialmente, por meio da utilização de ponteiro e marreta. As medidas, nos casos de pontos em arestas de elementos estruturais, foram tomadas a partir da face mais próxima até a armadura, fosse ela longitudinal ou estribo.

Em seguida à tomada das medidas de cobrimento de concreto, realizou-se a medida da profundidade de carbonatação, utilizando-se paquímetro digital e solução de álcool e fenolftaleína a 1%, que foi pulverizada sobre as fraturas do concreto nesses pontos.

Antes da coleta do material, para o ensaio em laboratório do teor de cloreto, era importante a observação dos valores encontrados para a medida do cobrimento de concreto da

armadura; dependendo desses valores, definiu-se o número de locais de onde foram retiradas as amostras do concreto, bem como o limite de profundidade para a coleta da amostra. O material coletado foi retirado na forma de pó, utilizando-se furadeiras elétricas. A incidência de vento, principalmente em áreas desabrigadas e expostas, dificultaria bastante o seu acondicionamento. A profundidade de coleta foi a cada 5mm ou a cada 10mm, sendo importante a coleta em pelo menos três profundidades, pois assim se possibilitou melhor visualização da penetração de cloretos.

Foram coletadas amostras com valores próximos de 10 gramas, para o peso total da soma das amostras de uma mesma área e profundidade, com o objetivo de obter material suficiente para a realização do ensaio em laboratório. Tomou-se cuidado para que, ao retirar material de níveis mais profundos, não fosse ele contaminado por material de profundidades menores, de acordo com Lopes (1998).

Após a realização das medidas referentes ao cobrimento de concreto da armadura, foi efetuada uma análise estatística da amostra, considerando cada área de inspeção. O coeficiente de variação (Cv) pode assumir valores até 50%, sendo que o ideal é até 20%. Para valores maiores que 50%, recomenda-se a ampliação da amostra na área de inspeção e, persistindo a variação maior que 50%, a área deve ser examinada com maior rigor, mas não descartada. Consideraram-se juntadas, para análise em uma única amostra, áreas pertencentes a componentes estruturais com a mesma condição de exigência de execução com relação ao cobrimento mínimo de concreto, pelo projeto e segundo a norma NBR 6118.

Quanto às medidas de carbonatação e de teor total de cloretos, as observações acima são válidas; no entanto, dever-se-ia observar que, para a utilização de amostras de áreas distintas, haveria necessidade de se provar que o fenômeno ocorreria nas mesmas condições nesses locais.

Dever-se-iam identificar, durante a inspeção detalhada, os componentes estruturais que tivessem a mesma condição de exposição das áreas de inspeção, quanto à carbonatação e penetração de cloretos, para facilitar posteriormente a eventual inserção desses danos no relatório técnico de vistoria, após a obtenção dos resultados dos ensaios.

Terminados todos os serviços referentes aos ensaios e coleta de amostras, foram tomadas as providências visando a recomposição das áreas danificadas, evitando-se deixar pontos vulneráveis nos componentes estruturais, bem como visando restabelecer os seus padrões estéticos.

3.2.1 - Determinação dos danos incidentes na estrutura

Os danos considerados na metodologia desenvolvida por Castro (1994) têm origem na degradação material do componente e em outros mecanismos de deterioração, ou em falhas executivas, que de alguma forma contribuam para o desenvolvimento da deterioração do componente.

Lopes (1998), com base nessa metodologia, observando a necessidade de se examinar as condições ambientais de forma que se pudessem monitorar e correlacionar as diversas variáveis e possibilitar a modelagem do comportamento do elemento quanto à sua deterioração, considerou os seguintes danos na estrutura e sua respectiva conceituação:

- a) segregação = falha de concretagem, com o surgimento de agregados expostos, em virtude de um ou mais dos problemas seguintes: lançamento e adensamento inconvenientes, taxas demasiadas de armaduras, consistência inadequada, dosagem imprópria e diâmetro máximo característico do agregado gráúdo não apropriado às medidas do elemento estrutural;
- b) lixiviação/eflorescência = percolação de água ou soluções através do concreto ou sobre o concreto, promovendo o arrastamento de materiais. Surgimento de manchas brancas na superfície, originadas pelas águas que entram no concreto arrastando a cal liberada originária da hidratação do cimento, que é dissolvida pelas águas, principalmente às límpidas e lentas.
- c) desagregação = fato característico de agressão química no concreto, com desaparecimento do poder aglomerante da pasta, implicando na divisão dos componentes do concreto;
- d) esfoliação = surgimento de fragmentos que se separam do concreto por diversas razões, como por exemplo: devido a choques, por corrosão do aço, por pressão ou aumento de volume no interior do concreto, entre outros;
- e) carbonatação = o dióxido de carbono, CO_2 , existente na atmosfera entra por meio dos poros do concreto e reage com os elementos alcalinos da pasta de cimento, sobretudo com o hidróxido de cálcio. A carbonatação da cal diminui o pH da fase aquosa do concreto e provoca a despassivação do aço. Um ensaio relativamente simples, utilizando-se da fenolftaleína como indicador, pode mostrar o estagio da frente de carbonatação. A área carbonatada do concreto fica incolor ($\text{pH} < 8,5$) e a superfície não carbonatada apresenta coloração vermelho-carmim;
- f) fissuração inaceitável = de acordo com a NBR 6118, considera-se que a fissuração é prejudicial quando a abertura das fissuras na superfície do concreto excede os valores

- a seguir: 0,1mm para elemento estrutural não-protégido em meio agressivo; 0,2mm para elemento estrutural não-protégido em meio não-agressivo; 0,3mm para elemento estrutural protegido;
- g) flecha excessiva = de acordo com a NBR 6118, temos: 1) para carga total (permanente + sobrecargas) flechas $< 1/300$ do vão e $< 1/500$ da extensão do balanço e 2) para cargas acidentais flechas $< 1/500$ do vão e $< 1/250$ do tamanho do balanço;
 - h) desvio de geometria = deve-se observar os seguintes casos: 1) prumo - que considera a verticalidade das peças estruturais, em especial os pilares; 2) excentricidade – sempre que possível, verificar a ocorrência nos locais de paralisação de concretagem, de desvio das seções de elementos estruturais subsequentes; 3) furos passantes - observar a existência de furos, não previstos em projeto, para passagem de instalações diversas, que podem colocar em risco a segurança da estrutura e expor a armadura ao meio ambiente, facilitando a sua corrosão, e 4) nível - que considera a horizontalidade dos elementos da estrutura;
 - i) cobrimento deficiente = a NBR 6118 considera que qualquer barra que compõe a armadura, inclusive de distribuição, de montagem e estribos, deve ter cobrimento de concreto igual ao seu diâmetro, mas não menor que: 1) peças revestidas internas: lajes = 0,5cm; paredes = 1,0cm; vigas, pilares e arcos = 1,5cm; 2) peças revestidas externas: lajes e paredes = 1,5cm; vigas pilares e arcos = 2,0cm; 3) peças aparente: internas = 2,0cm e externas = 2,5cm; 4) peças em contacto com o solo = 3,0cm, e 5) peças em meio agressivo = 4,0cm;
 - j) corrosão = evidenciada no início pelo surgimento de manchas marrom-avermelhadas ou esverdeadas na superfície do concreto, devido à lixiviação dos óxidos de corrosão formados sobre o aço e agravada nas fases seguintes até o comprometimento total da seção da armadura por desagregação;
 - k) cloreto (presença) = em virtude do uso, na fase de dosagem e amassamento do concreto, de aditivos à base de cloretos, como também da utilização de materiais contaminados e devido à penetração de cloretos provenientes do meio ambiente. Como resultado, podem ocorrer fissuras generalizadas sobre a armadura e manchas escurecidas em virtude da retenção de umidade, produzindo fungos na superfície do elemento estrutural;
 - l) mancha = em virtude da ocorrência, sobre a superfície dos elementos de concreto, de fungos, mofos, implicando no surgimento de manchas negras nas áreas atingidas;

- m) deformação lenta = deformação continuada do concreto em razão do tempo, devido a ação de carga constante, podendo ser esta de origem acidental ou também de origem permanente;
- n) sobrecarga = Proveniente de todas as ações que podem agir sobre a estrutura, abrangendo o uso impróprio, quando não são respeitadas as restrições de projeto (NBR 6120) para o seu carregamento, devendo-se admitir a possibilidade de ocorrência simultânea dessas situações. Quando houver a necessidade de se examinar outras cargas, como vento, efeitos térmicos, neve, entre outras, que, por se tratar de dados climáticos e dependentes de mudanças sazonais, requerem que os bancos de dados climatológicos da região sejam consultados;
- o) agressão ambiental = conforme as classes de exposição do código modelo do CEB (1991), citado por Lopes (1998), considera-se: 1) ambiente seco; 2) ambiente úmido: a (com geada) e b (sem geada); 3) ambiente úmido com geada e sujeito a ações de degelo; 4) ambiente marinho: a (com geada) e b (sem geada); 5) ambiente quimicamente hostil (gás, líquido ou sólido): a (ligeiramente agressivo), b (moderadamente agressivo) e c (altamente agressivo);
- p) infiltração/vazamento = quando ocorre a penetração de umidade ou líquidos no elemento estrutural, em virtude da ocorrência de defeitos de execução, de impermeabilização, fissuras, alta permeabilidade, inexistência de proteção adequada ao concreto, entre outras causas;
- q) recalque/deslocamento = movimentação da estrutura em virtude de deformação exagerada e/ou diferencial do solo, por falha no cálculo do dimensionamento das fundações, sobrecargas demasiadas, infiltrações ou elevação do nível do depósito natural d'água existente no subsolo;
- r) nicho de concretagem = locais com concreto de pequena compacidade ou inexistência de concreto em decorrência de descuidos nas operações de lançamento e adensamento, vazamento através de fôrmas, alta densidade de armadura, entre outras, prejudicam a resistência do concreto, sua aderência à armadura, ou facilitam a ação agressiva ambiental. Esse dano tem maior ocorrência em partes inferiores de vigas, pilares, paredes estruturais, e na região de encontros entre esses elementos. Sua detecção pode ser pela auscultação por impacto de martelo ou, em caso claro, visualmente;
- s) esmagamento = fratura com esmigalhamento do concreto, em decorrência de carga exagerada para a resistência do elemento estrutural, ou como consequência da movimentação da superestrutura;

- t) junta danificada = execução da junta de dilatação com material inflexível ou com pequeno módulo de elasticidade, gerando tensões prejudiciais à estrutura. Inexistência ou deterioração da impermeabilização e cálculo deficiente da junta de dilatação;
- u) junção de elementos = em razão da fixação de elementos estruturais a outros, com idades distintas, existindo a união entre concreto novo e velho ou outro material sem a indispensável aderência ou compatibilidade.

3.2.2 - Fixação dos fatores de ponderação (Fp)

Castro (1994) utilizou em seu trabalho a mesma escala de ponderação de Klein et al. (1991); entretanto, os graus conferidos às várias manifestações de dano em cada família foram mudados, visando representar com fidelidade a situação das estruturas convencionais de concreto armado, com embasamento na literatura pertinente, consultas a pesquisadores e profissionais da área de reparo estrutural e em ajustes resultantes do emprego da metodologia em situações práticas.

O fator de ponderação (Fp), segundo Lopes (1998), quantifica a importância relativa de um determinado dano sobre os elementos de uma família. Uma mesma manifestação patológica pode ter fatores de ponderação distintos conforme as características da família a que o elemento pertence e conseqüências que lhe possam provocar. Para cada tipo de manifestação é predeterminada uma pontuação, numa escala de 0 a 10.

Conforme Lopes (1998), devido às alterações efetuadas na metodologia desenvolvida por Castro (1994), por unificação ou inserção de outros danos, houve a necessidade de revisão dos fatores de ponderação (Fp) dos danos para as diversas famílias de elementos estruturais. Nessas alterações, foram preservados os valores anteriormente adotados para os danos mantidos, e aos novos danos incorporados ajustaram-se valores com a finalidade de conseguir uma harmonização com aqueles anteriores.

Os novos fatores de ponderação (Fp) dos danos definidos por Lopes (1998) são os expressos na tabela 3.2, a seguir:

Tabela 3.2. Fatores de ponderação dos danos (Fp), definidos por Lopes (1998)

Ordem	Dano estrutural	Pilar	Viga	Laje	Escada ou rampa	Cortina	Reservatório superior e inferior	Bloco	Elemento arquitetônico
1	Segregação	6	4	5	4	5	5	6	4
2	Lixiviação/eflorescência	5	5	3	5	5	7	5	3
3	Desagregação	7	7	7	7	7	7	7	7
4	Esfoliação	8	8	8	8	8	8	8	8
5	Carbonatação	7	7	7	7	7	7	7	7
6	Fissuração inaceitável	10	10	10	10	10	10	10	8
7	Flecha/flambagem	10	10	10	10	10	10	10	10
8	Desvio de geometria	9	7	7	7	7	8	7	7
9	Cobrimento insuficiente	6	6	6	6	6	7	6	6
10	Corrosão	7	7	7	7	7	9	7	7
11	Cloreto (presença)	10	10	10	10	10	10	10	10
12	Mancha	5	5	5	5	5	6	5	5
13	Deformação lenta	8	9	8	8	8	8	8	8
14	Sobrecarga	10	10	10	10	10	10	10	10
15	Agressão ambiental	8	8	8	8	8	8	8	8
16	Infiltração/vazamento	6	6	6	6	6	9	6	6
17	Recalque/deslocamento	10	10	10	10	10	10	10	10
18	Nicho de concretagem	8	8	7	7	8	9	8	8
19	Esmagamento	10	9	7	7	10	9	10	7
20	Junta danificada	10	8	6	7	6	5	---	5
21	Junção de elementos	10	8	7	7	8	9	8	6

FONTE: LOPES, 1998, p.70.

3.2.3 - Definição dos fatores de intensidade (Fi)

Para cada manifestação no elemento inspecionado é atribuído um fator de intensidade do dano (Fi). Esse fator varia de acordo com a gravidade e extensão de cada manifestação de dano analisada, sendo definido através de vistoria técnica realizada em cada elemento estrutural.

O fator de intensidade do dano (Fi) classifica o nível de gravidade e a evolução de uma manifestação de dano num determinado elemento, seguindo uma escala de 0 a 4, idêntica à proposta de Klein et al. (1991), como segue: sem lesões (Fi = 0), lesões leves (Fi = 1), lesões toleráveis (Fi = 2), lesões graves (Fi = 3) e estado crítico (Fi = 4).

Uma pontuação desse tipo pode resultar muito subjetiva caso não seja acompanhada por uma classificação mais detalhada, onde se identifiquem o nível de gravidade das lesões e sua evolução, segundo suas características específicas, conforme recomendado pelo Technical Committee – Damage Classification of Concrete Structures (RILEM 1991).

Visando resolver essa questão, Castro (1994) propôs uma classificação nesse sentido, a qual é mostrada na tabela 3.3, a seguir, já contendo as alterações propostas por Lopes (1998), com o objetivo de subsidiar o técnico nas inspeções técnicas estruturais.

Tabela 3.3. Classificação dos danos, fatores de intensidade (Fi) e tipos de manifestação

Ordem	Tipos de danos	Fator de intensidade do dano – tipos de manifestação
1	Segregação	1 – superficial e pouco significativa em relação às dimensões da peça; 2 – significativa em relação às dimensões da peça; 3 – profunda em relação às dimensões da peça, com ampla exposição da armadura; 4 – perda relevante da seção da peça.
2	Lixiviação/e-florescência	1 – início de manifestação; 2 – manchas de pequenas dimensões; 3 – manchas acentuadas em grandes extensões da peça.
3	Desagregação	2 – início de manifestação; 3 – manifestações leves; 4 – por perda acentuada de seção e esfarelamento do concreto.
4	Esfoliação	2 – pequenas escamações do concreto; 3 – lascamento de grandes proporções, com exposição da armadura; 4 – lascamento acentuado, com perda relevante da seção de concreto.
5	Carbonatação	1 – localizada, com algumas regiões com $\text{pH} < 9$, sem atingir a armadura; 2 – localizada, atingindo a armadura, em ambiente seco; 3 – localizada, atingindo a armadura em ambiente úmido; 4 – generalizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido.
6	Fissuração inaceitável	1 – aberturas menores do que as máximas previstas em norma; 2 – estabilizadas, com abertura até 40% acima dos limites de norma; 3 – aberturas excessivas, estabilizadas; 4 – aberturas excessivas, não estabilizadas.
7	Flecha/flambagem	1 – não perceptíveis a olho nu; 2 – perceptíveis a olho nu, dentro dos limites previstos em norma; 3 – superiores em até 40% às previstas em norma; 4 – excessivas.
8	Desvio de geometria	2 – pilares e cortinas com excentricidade $\leq h/100$, onde h é a altura da peça, e furos passantes não previstos em projeto com diâmetro $\leq 10\text{cm}$; 3 – pilares e cortinas com excentricidade $> h/100$, onde h é a altura da peça, e furos passantes não previstos em projeto com diâmetro $> 10\text{cm}$.
9	Cobrimento insuficiente	1 – menor que o previsto em norma, sem, no entanto, permitir a localização da armadura; 2 – menor que o previsto em norma, permitindo a localização da armadura e armadura exposta em pequenas extensões; 3 – deficiente, com armaduras expostas em extensões significativas.
10	Corrosão	2 – manifestações leves; 3 – grandes manchas e fissuras de corrosão; 4 – corrosão acentuada na armadura principal, com perda relevante de seção.

Continuação tabela 3.3.

Ordem	Tipos de danos	Fator de intensidade do dano – tipos de manifestação
11	Cloreto (presença)	2 – em elementos no interior sem umidade; 3 – em elementos no exterior sem umidade; 4 – em ambientes úmidos.
12	Mancha	2 – manchas escuras de pouca extensão, porém significativas; 3 – manchas escuras em todo o elemento estrutural.
13	Deformação lenta	1 – não perceptíveis a olho nu; 2 – perceptíveis a olho nu, dentro dos limites previstos em norma; 3 – superiores em até 40% às previstas em norma; 4 – excessivas.
14	Sobrecarga	1 – não perceptíveis a olho nu; 2 – perceptíveis a olho nu, dentro dos limites previstos em norma; 3 – superiores em até 40% às previstas em norma; 4 – excessivas.
15	Agressão ambiental	1 – agressividade ambiental fraca, risco de deterioração da estrutura insignificante; 2 – agressividade ambiental média, risco de deterioração da estrutura pequeno; 3 – agressividade ambiental forte, risco de deterioração da estrutura grande; 4 – agressividade ambiental muito forte, risco de deterioração da estrutura elevado.
16	Infiltração/vazamento	1 – indícios de umidade; 2 – pequenas manchas; 3 – grandes manchas e indícios de vazamentos em tubulações enterradas que podem comprometer as fundações; 4 – manchas generalizadas e vazamentos em tubulações enterradas causando erosão aparente junto às fundações.
17	Recalque/deslocamento	2 – indícios, pelas características de trincas na alvenaria; 3 – recalque estabilizado com fissuras em peças estruturais e deslocamento lateral no sentido horizontal, com excentricidade, porém estável; 4 – recalque não estabilizado com fissuras em peças estruturais e deslocamento lateral no sentido horizontal, instável.
18	Nicho de concretagem	1 – superficial e pouco significativo em relação às dimensões da peça; 2 – significativo em relação às dimensões da peça; 3 – profundo em relação às dimensões da peça, com ampla exposição da armadura; 4 – perda relevante da seção da peça.
19	Esmagamento	3 – desintegração do concreto na extremidade superior do pilar, causada por sobrecarga ou movimentação da superestrutura, com o surgimento de fissuras diagonais isoladas; 4 – fissuras de cisalhamento bidiagonais, com intenso lascamento (esmagamento) do concreto devido ao cisalhamento e à compressão, com perda substancial de seção, deformação residual aparente, exposição e início de flambagem de barras da armadura.

Continuação tabela 3.3.

Ordem	Tipos de danos	Fator de intensidade do dano – tipos de manifestação
20	Junta danificada	2 – perda de elasticidade do material da junta de dilatação, junta sem impermeabilização e junta com impermeabilização danificada; 3 – presença de material não-compressível na junta de dilatação, junta mal dimensionada.
21	Junção de elementos	1 – superficial e pouco significativa em relação às dimensões da peça; 2 – significativa em relação às dimensões da peça; 3 – profunda em relação às dimensões da peça, com ampla exposição da armadura; 4 – perda relevante da seção da peça.

FONTE: CASTRO, 1994, já com as alterações processadas por LOPES, 1998.

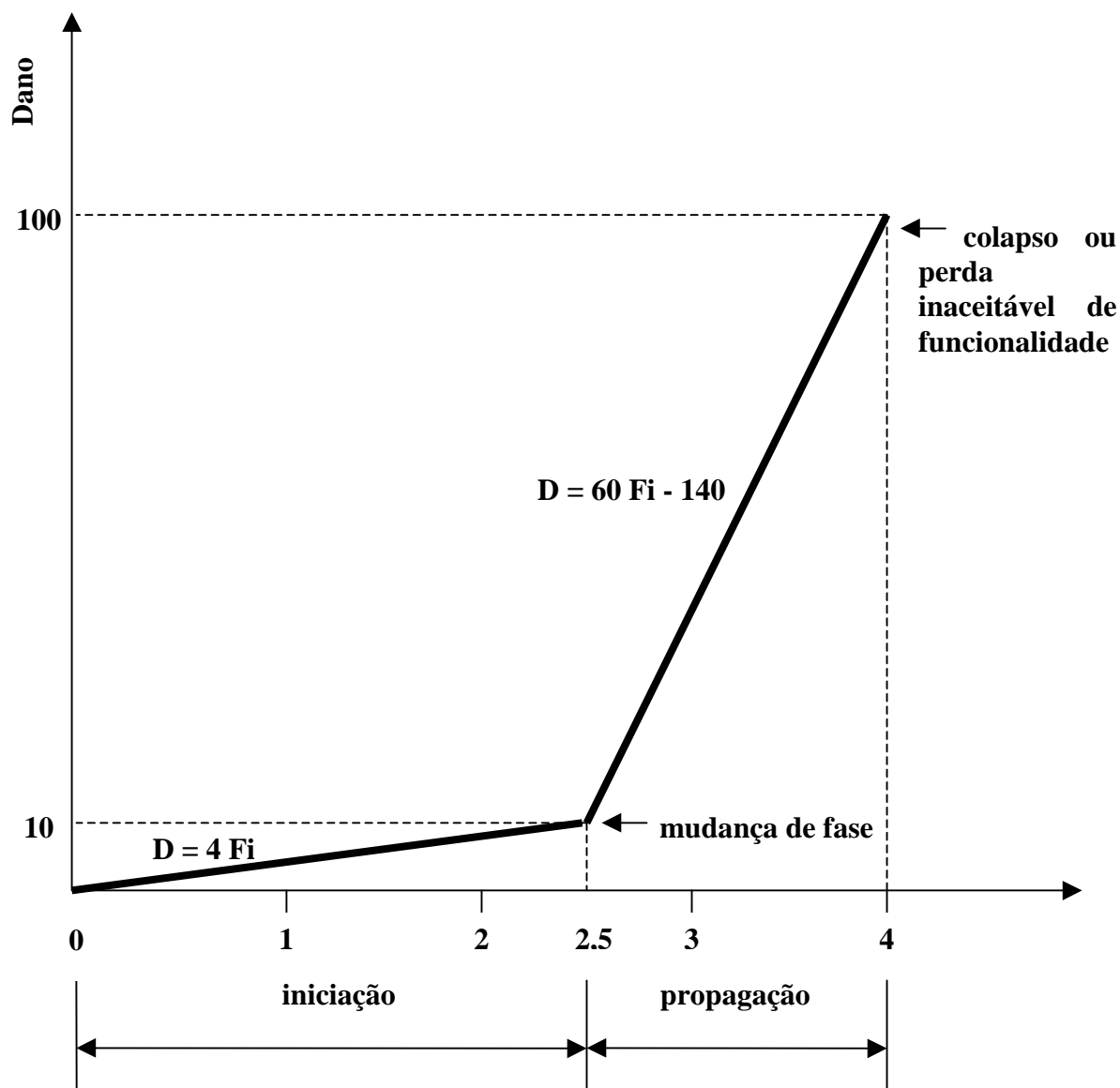
3.2.4 - Determinação do grau do dano (D)

Conforme Lopes (1998), calcula-se o grau do dano (D) ocorrido em um elemento a partir do fator de ponderação (Fp) e do fator de intensidade (Fi). Utiliza-se como base, para isso, do modelo proposto por Tuutti (1982) para a corrosão de armaduras, generalizado pelo CEB – FIP Mode Code 90 – Final Draft (CEB 1991), para os demais tipos de degradação das estruturas.

Segundo Tuutti (1982), a deterioração desenvolve-se em duas fases: iniciação e propagação dos danos. Na primeira fase, a velocidade de degradação é lenta e não compromete a vida útil da estrutura. Entretanto, na segunda fase, ocorrem fatores que aceleram o processo de deterioração, aumentando com isso a velocidade de degradação e expondo a estrutura ao risco de ruptura.

Conforme Castro (1994), a figura 3.1 mostra o cálculo do grau de um dano, para o fator de ponderação (Fp) = 10 (mais alto). No eixo das abscissas estão representadas as fases de iniciação e propagação do dano, numa escala que varia de 0 a 4, conforme o fator de intensidade (Fi), adotando-se como abscissa de mudança de fase o valor intermediário de Fi = 2,5, definindo-se, para o eixo das ordenadas, um limite máximo (D) = 100 para o grau de um dano, correspondente a Fi = 4, que representa um estado crítico de uma manifestação, isto é, perda inaceitável de funcionalidade.

Figura 3.1. Grau do dano (D) x Fator de intensidade do dano (Fi) definido por Castro, 1994



FONTE: CASTRO, 1994, p. 82.

A fase de iniciação é definida pela reta que parte das coordenadas (0,0; 0,0), que corresponde à ausência do dano, até as coordenadas (2,5; 10). Caso exista uma manifestação de dano com grau $D < 10$, não deverá haver sinais de comprometimento ou necessidade de intervenção imediata no componente. Entretanto, para manifestação de dano com grau $D > 10$, admite-se que o dano já atingiu a fase de propagação, em que progride de forma mais rápida e intensa, devendo-se prever limites a partir dos quais a intervenção passa a ser necessária, com níveis de urgência distintos, à funcionalidade ou segurança.

Na situação mais desfavorável, quando o fator de ponderação (F_p) = 10, o grau do dano D é expresso por:

$$D = 4F_i \quad \text{para } F_i \leq 2,0 \quad (3.1)$$

$$D = 60F_i - 140 \quad \text{para } F_i \geq 3,0 \quad (3.2)$$

Para fatores de ponderação (F_p) inferiores ao máximo, isto é, $F_p < 10$, encontra-se o grau do dano multiplicando as expressões (3.1) e (3.2) pelo fator $F_p/10$, implicando as expressões genéricas abaixo:

$$D = 0,4F_i \times F_p \quad \text{para } F_i \leq 2,0 \quad (3.3)$$

$$D = (6F_i - 14)F_p \quad \text{para } F_i \geq 3,0 \quad (3.4)$$

onde: ($0 \leq F_p \leq 10$) e ($0 \leq F_i \leq 4$)

Portanto, o grau do dano é, segundo Lopes (1998), uma função com somente duas variáveis, ou seja, do fator de ponderação dos danos (F_p), característico para cada família de elementos, e do fator de intensidade do dano, que é atribuído pelo técnico responsável pela vistoria da estrutura.

Sabendo que os fatores de ponderação, de acordo com a tabela 3.2, variam de 3, para lixiviação em laje e elemento arquitetônico, até o limite máximo de 10, para diversos danos em várias famílias e usando a classificação da tabela 3.3, Lopes (1998) obteve a frequência dos fatores de ponderação (F_p) e o grau dos possíveis danos, utilizando, para isso, as fórmulas (3.3) e (3.4), conforme tabela 3.4 a seguir:

Tabela 3.4. Frequência dos fatores de ponderação (F_p) e grau dos possíveis danos

Fp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Frequência	0	0	2	3	17	20	39	34	8	44
F_i	Grau do dano (D)									
1	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4
2	0,8	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,6	6,4	7,2	8
3	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
4	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

FONTE: LOPES, 1998, p.73.

Cabe ressaltar que na presente metodologia consideram-se os elementos da família pilar como uma unidade do primeiro ao último pavimento do edifício, em vez de considerá-los por pavimento como ocorre com a maioria dos demais componentes que são restritos a um único pavimento.

3.2.5 - Fixação do grau de deterioração de um elemento (Gde)

Na metodologia original utilizada por Castro (1994), as fórmulas que fazem o cálculo do grau de deterioração são as seguintes:

$$Gde = D_{\text{máx}} \quad \text{para } m \leq 2 \quad (3.5)$$

$$Gde = D_{\text{máx}} + \left(\frac{\sum_{i=1}^{m-1} D_{(i)}}{m-1} \right) \quad \text{para } m > 2 \quad (3.6)$$

Onde: m = o número de danos no elemento;

$D_{\text{máx}}$ = maior grau de dano detectado no elemento;

$D_{(i)}$ = grau do dano de ordem (i).

Nessa metodologia, a determinação do grau de deterioração de um elemento é feita em decorrência de uma única variável, o grau de dano D . Ocorrendo no elemento apenas um dano, o grau de deterioração desse elemento é o grau desse dano, mas, havendo dois danos, prevalece o dano de maior grau e, ocorrendo três ou mais danos, é a soma do maior grau de dano com a média aritmética dos demais danos.

Procurando preservar a filosofia adotada por Castro (1994), isto é, a de que deverão ser adicionados ao maior dano os demais danos, Lopes (1998) utilizou, para o cálculo do grau de deterioração de um elemento (Gde), uma fórmula genérica obtida após um tratamento matemático. Trata-se de uma solução viável e se resume em uma única fórmula de cálculo para elementos com qualquer número de danos. Entretanto, esses outros danos têm que ser ponderados à medida que crescem, tanto em número quanto em grau. Para isso, o grau de deterioração do elemento (Gde) deve ser expresso pela soma do dano de maior grau (D_{max}) ao produto dele vezes a soma dos demais danos, dividido pelo somatório de todos os danos do elemento. Portanto, se m é o número de danos detectados no elemento e $D_{(i)}$ o grau de dano de ordem (i), o grau de deterioração é determinado a partir da seguinte expressão:

$$Gde = D_{\text{max}} \left(1 + \frac{\sum_{i=1}^m D_{(i)} - D_{\text{max}}}{\sum_{i=1}^m D_{(i)}} \right) \quad (3.7)$$

Segundo Lopes (1998), usando esse tratamento matemático, o grau de deterioração (Gde) de um elemento é uma função que tende a um valor próximo de 200, valor máximo no tratamento original da metodologia. Porém nesse novo tratamento ocorre um crescimento menos abrupto, necessitando um número grande de danos, e de grau de deterioração alto para se aproximar desse limite, e não mais apenas três danos de grau máximo igual a 100, como originalmente. Ocorre também a simplificação da função, sendo expressa por uma única fórmula.

Com base nesse tratamento matemático, o limite inferior para o grau de deterioração do elemento (Gde) ocorre quando não há danos, assumindo um valor de $(Gde) = 0,00$. O limite superior para o grau de deterioração do elemento (Gde), que as diversas famílias assumem é encontrado quando ocorrem todos os danos possíveis ao elemento, com fator de ponderação de acordo com a tabela 3.2 e fator de intensidade máximo fornecido pela classificação da tabela 3.3. Dessa forma os máximos (Gde) são:

- a) 193,29 para o caso do elemento estrutural pilar;
- b) 193,03 no caso de viga;
- c) 192,74 para o caso de laje;
- d) 192,75 para o elemento escada/rampa;
- e) 193,04 no caso de cortina;
- f) 193,39 no caso de reservatório;
- g) 192,97 para o elemento bloco;
- h) 192,56 para o caso de elemento arquitetônico.

Um fator intermediário de intensidade $(Fi) = 2,5$, valor esse correspondente à mudança da fase de iniciação para a de propagação do dano, imaginando a ocorrência simultânea de todos os danos possíveis em um elemento, com fator de ponderação de acordo com a tabela 3.2 e o fator de intensidade fornecido pela classificação da tabela 3.3, implica em um valor aproximadamente constante do grau de deterioração do elemento (Gde) que varia entre 19,38 e 19,30, bem próximo de 20. Lopes (1998) adotou esse valor de $(Gde) = 20$ como sendo limite para indicar a necessidade ou não de intervenção.

A seguir, na tabela 3.5, fornecem-se os valores limites de Gde, calculados considerando todos os danos possíveis ocorrentes em um elemento, com fator de ponderação (Fp) de acordo com a tabela 3.2 e fator de intensidade (Fi) fixo, fornecido pela classificação da tabela 3.3.

Tabela 3.5. Valores limites de Gde, de acordo com Lopes (1998)

(Fi)	Fator de intensidade	Pilar	Viga	Laje	Escada ou rampa	Cortina	Reservatório	Bloco	Elemento arquitetônico
1	Lesão leve	7,57	7,56	7,54	7,55	7,56	7,60	7,57	7,52
2	Lesão tolerável	15,50	15,48	15,46	15,46	15,47	15,51	15,45	15,44
2,5	Lesão intermediária	19,38	19,35	19,32	19,33	19,34	19,38	19,32	19,30
3	Lesão grave	77,65	77,53	77,40	77,44	77,52	77,66	77,44	77,33
4	Lesão crítica	192,59	192,37	192,13	192,06	192,42	192,75	192,48	191,94

FONTE: LOPES, 1998, p.76.

Baseando-se no ajuste da metodologia a situações da realidade, Lopes (1998) organizou a tabela 3.6, que trata das medidas a serem tomadas mediante os níveis de grandeza do grau de deterioração do elemento.

Tabela 3.6. Ordenação dos níveis de deterioração do elemento, considerada por Lopes (1998)

Nível de deterioração	Intervalo do Gde	Medidas a serem adotadas
Baixo	0 a 20	Estado aceitável
Médio	20 a 50	Observação periódica e necessidade de intervenção no médio prazo
Alto	50 a 80	Observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção no curto prazo
Crítico	> 80	Necessidade de intervenção imediata para restabelecer funcionalidade e/ou segurança

FONTE: LOPES, 1998, p.76.

3.2.6 - Definição do grau de deterioração da família (Gdf)

O grau de deterioração da família, segundo Lopes (1998), deve dispor em evidência elementos em pior situação quanto à deterioração, em vez de ser minimizado por elementos em melhores condições quanto à conservação. O grau de deterioração de uma família (Gdf) é determinado por meio de uma média aritmética dos graus de deterioração dos elementos que representam danos expressivos à estrutura. Portanto, para os n elementos com $Gde > 20$, calcula-se o grau de deterioração da família (Gdf) pela fórmula seguinte:

$$Gdf = \frac{\sum_{i=1}^n Gde_{(i)}}{n} \quad (3.8)$$

3.2.7 - Determinação do grau de deterioração da estrutura (Gd)

Para se obter o grau de deterioração da estrutura (Gd), faz-se necessária a introdução do conceito do fator de relevância estrutural (Fr).

Esse fator visa considerar, segundo Lopes (1998), a relativa importância das várias famílias em que a estrutura está subdividida. A relevância estrutural de uma família de elementos que formam o conjunto de uma estrutura pode ser classificada em principal e secundária. Como exemplo de relevância estrutural principal de uma família de elementos, citam-se os pilares executados para suportar o peso próprio e a sobrecarga de uma edificação; como relevância estrutural secundária de uma família de elementos, apontam-se os pilares executados para travamento de painéis de alvenaria da edificação. O fator de relevância estrutural (Fr) deve ser informado para cada elemento vistoriado durante a inspeção, por ser o momento mais adequado para que o técnico, de posse do projeto e examinando o componente estrutural, possa aquilatar sua importância no conjunto da estrutura e definir o seu fator de relevância estrutural (Fr).

Para edificações convencionais, como neste caso, a metodologia proposta por Castro (1994) adotou uma escala de fatores de relevância estrutural (Fr), conforme consta da tabela 3.7 a seguir:

Tabela 3.7. Valor do fator de relevância estrutural (Fr) adotado por Castro (1994)

Família de elementos	Valor do fator de relevância estrutural (Fr)
Elemento de composição arquitetônica	1,0
Reservatório superior	2,0
Escada e rampa, reservatório inferior, cortina e laje secundária	3,0
Laje principal, viga secundária, pilar secundário e bloco	4,0
Viga principal e pilar principal	5,0

FONTE: LOPES, 1998, p.23.

Lopes (1998) adotou os mesmos fatores de relevância estrutural que Castro (1994); entretanto, visando ao aperfeiçoamento da metodologia, definiu a adição de mais quatro valores, conforme tabela 3.8 a seguir:

Tabela 3.8. Valor do fator de relevância estrutural (Fr) adotado por Lopes (1998)

Família de elementos			Valor do fator de relevância estrutural (Fr) principal	Valor do fator de relevância estrutural (Fr) secundária
Elemento	de	composição	2,0	1,0
arquitetônica				
Laje e bloco			4,0	3,0
Escada e rampa, reservatório e cortina			3,0	2,0
Pilar e viga			5,0	4,0

FONTE: LOPES, 1998, p.76.

Diante do exposto, conforme Lopes (1998), o grau de deterioração da estrutura (Gd) é obtido da seguinte maneira:

- calcula-se com o grau do dano (D), para cada elemento de uma família, um grau de deterioração (Gde) e, com este, o grau de deterioração da família de elementos (Gdf).
- utiliza-se o cálculo de uma média ponderada dos graus de deterioração das famílias (Gdf_i) que compõem a estrutura, cujo fator de ponderação é o fator de relevância estrutural de cada família (Fr), que, por sua vez, é definido em razão de sua importância na estrutura estudada.

Em outras palavras: podemos dizer que o grau de deterioração da estrutura (Gd) é determinado por meio da média ponderada dos graus de deterioração das várias famílias de elementos, utilizando como pesos os fatores de relevância estrutural.

Portanto, sendo k o número de famílias de elementos que compõem uma estrutura, determina-se o grau de deterioração da estrutura (Gd) pela seguinte fórmula:

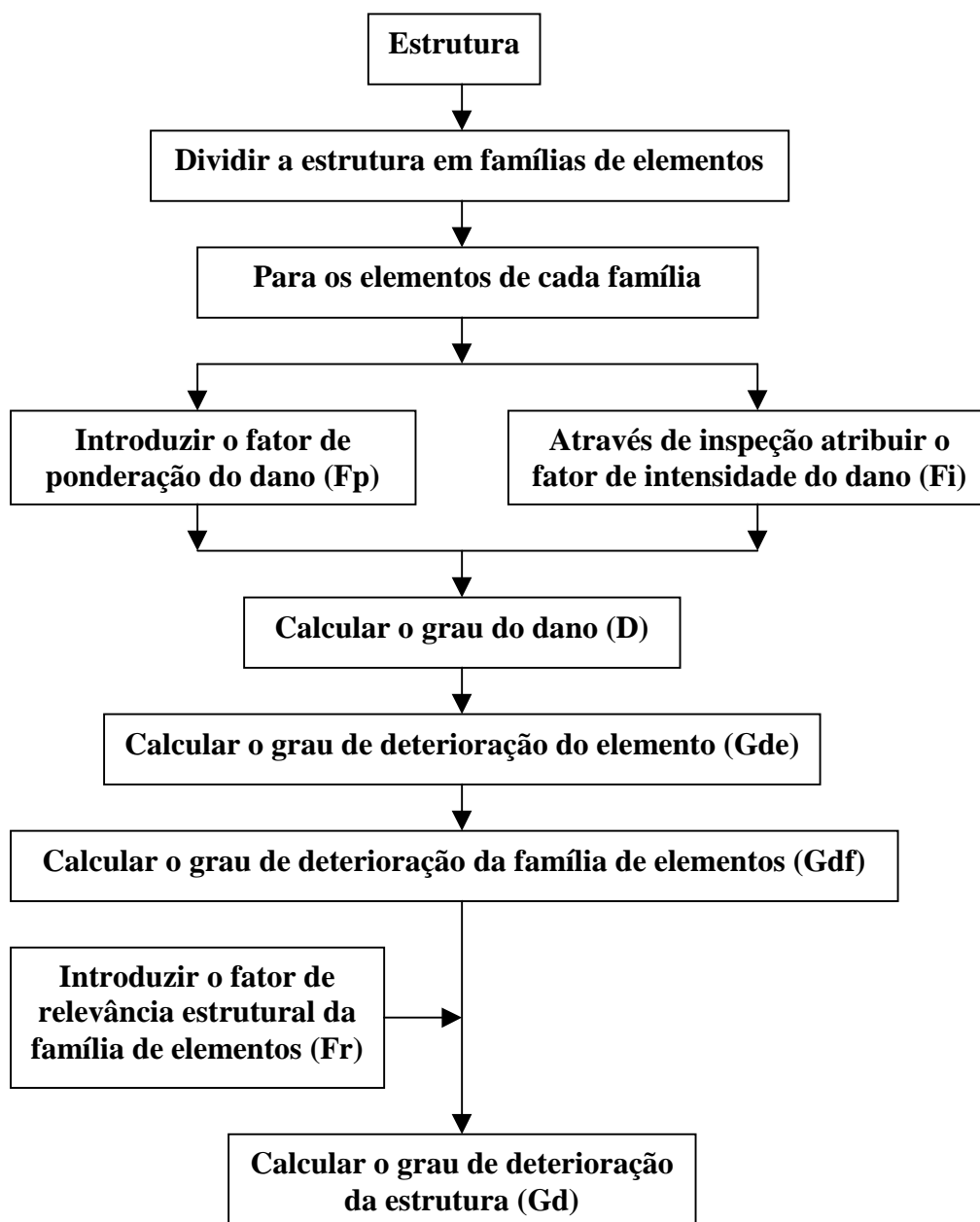
$$Gd = \frac{\left(\sum_{i=1}^k Fr_{(i)} \times Gdf_{(i)} \right)}{\sum_{i=1}^k Fr_{(i)}} \quad (3.9)$$

Onde: Fr_(i) = fator de relevância estrutural de uma família de elementos de ordem (i);

Gdf_(i) = grau de deterioração da família de ordem (i).

A figura 3.2 mostra o fluxograma da metodologia para o cálculo do grau de deterioração da estrutura (Gd), desenvolvida por Castro (1994) e aperfeiçoada por Lopes (1998).

Figura 3.2. Fluxograma da metodologia para o cálculo do grau de deterioração da estrutura (Gd)



FONTE: CASTRO, 1994, p.74.

Vencida a etapa do cálculo do valor do grau de deterioração da estrutura (Gd), classifica-se a estrutura em um dos níveis de deterioração, conforme a escala da tabela 3.9, que mostra as medidas que deve ser providenciadas, com a finalidade de proceder a uma manutenção adequada, conforme o nível de deterioração em que se encontra a estrutura.

Tabela 3.9. Ordenação dos níveis de deterioração da estrutura, considerada por Lopes (1998)

Nível de deterioração	Intervalo do Gd	Medidas a serem adotadas
Baixo	0 a 20	Estado aceitável
Médio	20 a 40	Observação periódica e necessidade de intervenção no médio prazo
Alto	40 a 60	Observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção no curto prazo
Crítico	> 60	Necessidade de intervenção imediata para restabelecer funcionalidade e/ou segurança

FONTE: LOPES, 1998, p.76.

Lopes (1998) ressalta que é imprescindível a análise individual dos elementos estruturais, podendo ser recomendada a intervenção imediata ou no curto e médio prazo em elementos isolados da estrutura. Faz-se essa recomendação em decorrência do fator de intensidade de um dano ou do grau de deterioração do elemento, embora o nível de deterioração da estrutura possa ser aceitável quanto ao aspecto e análise global.

A seguir apresentam-se os formulários para a elaboração dos relatórios técnicos de vistoria e de inspeção, planilha para o cálculo do grau de deterioração do elemento (Gde) e a planilha sinopse dos danos.

Esses formulários serviram de base para a utilização da metodologia nas edificações selecionadas, bem como na obtenção dos resultados que são apresentados no capítulo seguinte, denominado aplicação da metodologia.

INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO

Elemento Estrutural =	Pilar, Viga, Laje, Escada/rampa, Cortina, Reservatório, Bloco e Elemento Arquitônico.
Identificação =	Identificar o elemento estrutural.
Fr =	Fator de relevância estrutural (varia de 1 a 5 conforme classificação em principal ou secundária).
Danos Estruturais =	1 – Segregação, 2 - Lixiviação/eflorescência, 3 – Desagregação, 4 – Esfoliação, 5 – Carbonatação, 6- Fissuração Inaceitável, 7 - Flecha excessiva, 8 - Desvio de geometria, 9 - Cobrimento deficiente, 10 – Corrosão, 11 - Cloreto (presença), 12 – Mancha, 13 - Deformação Lenta, 14 – Sobrecarga, 15 - Agressão ambiental, 16 - Infiltração/vazamento, 17 - Recalque/deslocamento, 18 - Nicho de concretagem, 19 = Esmagamento, 20 = Junta danificada, 21 - Junção de elementos.
Fi =	Fator de intensidade (1 = lesão leve, 2 = lesão tolerável, 3 = lesão grave, 4 = lesão crítica).
Observação =	deve-se indicar, sempre que necessário, os dados complementares adicionais tais como: a localização precisa, características físicas, a extensão e a forma como se manifesta o dano. Recomenda-se, ainda, informar as condições ambientais e a presença de agentes agressivos no local de forma a auxiliar, no futuro, na elaboração de diagnósticos.

Identificação	Área nº. 6:								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)									
Carbonatação (mm)									
Cloretos (%)									
Exposição (mm)									
Potencial de Corrosão (V)									

Valores gerais da inspeção

Dados pesquisados	Média	Desvio padrão (s)	Coeficiente de variação (Cv) em %
Cobrimento (mm)			
Carbonatação (mm)			
Exposição (mm)			
Potencial de Corrosão (V)			

FONTE: LOPES, 1998, p.163. Adaptação: BOTTER, 2002.

INSTRUÇÕES PARA O PREENCHIMENTO

- Medidas - Todas medidas em milímetros (mm) com uma casa decimal tomadas empregando-se paquímetro digital. Exemplo = 28,2mm.
- Carbonatação - Profundidade medida a partir da superfície do concreto, obtida com o uso de solução indicadora de fenolftaleína a 1%.
- Cloretos - Profundidade medida a partir da superfície do concreto, cujo teor de cloretos em relação à massa do cimento é maior ou igual a 0,4%.
- Exposição - Medida em milímetros (mm) da diferença entre o cobrimento e a profundidade de carbonatação ou de penetração de cloretos.
- Potencial de Corrosão Medida em Volts (V) da diferença de potencial de eletrodo do sistema armadura-concreto comparativamente ao potencial do eletrodo de referência secundário, Cu/CuSO₄, em regiões próximas do ponto de aplicação do eletrodo de referência na superfície do concreto.

4 - PLANILHA SINOPSE DOS DANOS

Edifício: Bloco- Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria:...../...../2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Dano	Danos à estrutura	Pilar		Viga		Laje		Escada/ rampa		Cortina		Reservatório		Bloco		Elemento arquitetônico		Geral	
		%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau
1	Segregação																		
2	Lixiviação/eflorescência																		
3	Desagregação																		
4	Esfoliação																		
5	Carbonatação ¹																		
6	Fissuração inaceitável																		
7	Flecha/flambagem																		
8	Desvio de geometria																		
9	Cobrimento insuficiente																		
10	Corrosão																		
11	Cloreto (presença)																		
12	Mancha																		
13	Deformação lenta																		
14	Carga acidental																		
15	Agressão ambiental																		
16	Infiltração/vazamento																		
17	Recalque/deslocamento																		
18	Nicho de concretagem																		
19	Esmagamento																		
20	Junta danificada																		
21	Junção de elementos																		
Nº. Elementos/grau de dano total																			
Mínimo/máximo grau de deterioração																			
Desvio padrão/média (Gde)																			
Fr. - principal/Gdf																			
Fr. - Secundária/Gdf																			

FONTE: LOPES, 1998, p. 179. Adaptação: BOTTER, 2002.

Nível de deterioração	Intervalo do Gde	Intervalo do Gd
Baixo	0 a 20	0 a 20
Médio	20 a 50	20 a 40
Alto	50 a 80	40 a 60
Crítico	> 80	> 60

CAPÍTULO 4 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A metodologia exposta no capítulo anterior foi aplicada nos 6 (seis) edifícios que estão relacionados na tabela 3.1.

Por meio de levantamento e análise dos projetos estruturais das edificações pesquisadas, apurou-se que o tamanho da população constituída pelos elementos estruturais é de 2.564. Com esse dado, nos preocupamos em calcular o número de elementos estruturais que deveriam ser ensaiados, com o objetivo de tornar os resultados dos ensaios extensivos a toda a população.

Para um nível de significância $\alpha = 5\%$, erro de estimação $E = 5\%$, a amostra a ser selecionada dessa população é de tamanho $n = 335$ elementos. Entretanto, devido ao alto custo financeiro dos ensaios, principalmente daqueles referentes ao teor de cloretos, só foi possível executar os ensaios programados em seis elementos estruturais de cada edificação, nos quais foram escolhidos uma área de inspeção e seis pontos distintos marcados em cada área, totalizando 36 elementos estruturais ensaiados e 864 leituras.

Dessa forma, os resultados obtidos com as inspeções realizadas serão considerados somente para os elementos ensaiados e não serão generalizados para todos os elementos da população.

Com o objetivo de facilitar a visualização detalhada dos danos dos elementos estruturais, principalmente os dos situados em regiões de difícil acesso, a uma distância mínima para exame, utilizamos um binóculo da marca Firstline, modelo 8x40 ZWCF – Field 8°, que, para a altura das edificações pesquisadas, em torno de 13m, foi de grande utilidade, permitindo distinguir com boa precisão os detalhes necessários.

As 6 (seis) áreas de inspeção foram escolhidas em elementos que tinham contato com o exterior da edificação, e em todos os 6 (seis) edifícios foram selecionados 4 (quatro) pilares no nível do térreo e 2 (duas) vigas no nível da primeira laje. Dessa forma, será possível calcular a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação do cobrimento, considerando todas as áreas, pois todos os elementos estruturais envolvidos têm a mesma condição de obrigatoriedade de execução com relação ao cobrimento, segundo a NBR 6118.

Lembramos que a NBR 6118 considera que qualquer barra da armadura, inclusive de distribuição, de montagem e estribos, deve ter cobrimento de concreto igual ou superior a 25mm, no caso de elementos de concreto armado aparente e externo.

A planilha sinopse dos danos, contida nos anexos, espelha de forma sintética toda a estrutura quanto aos danos levantados, apresentando, para cada família de elementos

estruturais inspecionada e para a estrutura em geral, informações resultantes dos danos de forma qualitativa e quantitativa. De forma qualitativa, expressando a frequência de ocorrência de cada tipo de dano, em percentuais, e de forma quantitativa indicando o grau do dano acumulado, sendo esses dados calculados tanto para as famílias de elementos estruturais como também para a estrutura em geral.

4.1 - Primeiro Estudo de Caso: Bloco C23

Trata-se de uma edificação didático-administrativa localizada no interior do campus da Universidade Estadual de Maringá, com as duas fachadas predominantes voltadas para o nordeste e sudeste respectivamente, tendo toda a estrutura de concreto armado aparente executada mediante o sistema construtivo tradicional.

Dos 346 elementos estruturais vistoriados, 292 apresentaram algum dano, sendo 58 pilares, 108 vigas, 115 lajes e 11 escadas. Dentre eles, 29 elementos apresentaram grau de deterioração maior que 20, sendo 26 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 20 e abaixo de 50, representando um nível de deterioração médio, indicando uma observação periódica e necessidade de intervenção no médio prazo, e 3 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 50 e abaixo de 80, representando um nível de deterioração alto, indicando uma observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção no curto prazo. Outros detalhes podem ser observados no relatório de vistoria do Anexo A.

Analisando o relatório técnico de inspeção contido no Anexo A, observou-se que o cobrimento foi medido em 30 pontos distintos, 6 em cada área de inspeção, obtendo-se uma média de 20,14mm, um desvio padrão de 7,30 e um coeficiente de variação de 36,25%.

Os ensaios para a determinação do teor de cloretos resultaram em não-detectado. Com referência à carbonatação, obtiveram-se uma média de 16,28mm, um desvio padrão de 5,50 e um coeficiente de variação de 33,78%.

Com esses dados, obtiveram-se no cálculo da exposição da armadura uma média de 3,86mm, um desvio padrão de 9,65 e um coeficiente de variação bastante alto, de 250,00%, significando que existem dados com valores discrepantes entre si, embora representem a realidade das áreas pesquisadas.

Para o potencial de corrosão, obtiveram-se uma média de $-0,249V$, um desvio padrão de 0,099 e um coeficiente de variação de 39,76%.

Observando a planilha sinopse dos danos, contida no Anexo A, pode-se verificar que o grau de dano total acumulado das diversas famílias de elementos estruturais pesquisados

chegou a 4.869,20, sendo que a família laje atingiu o maior valor, com 2.022,40, vindo a seguir a família viga, com 1.930,00. Nota-se também que, dentre os danos identificados, 32,85% deles são referentes a ninho de concretagem, mas o dano com grau de deterioração acumulado mais alto foi fissuração inaceitável, com o valor de 1.592,00.

Verificando, ainda, o conteúdo da planilha sinopse dos danos, contida no Anexo A, constata-se que a família laje atingiu o maior grau de deterioração das famílias que formam a estrutura em estudo, com um Gdf no valor de 44,60, seguida pela família pilar, com um valor de Gdf de 44,10.

O resultado geral da estrutura, como pode ser verificado em detalhes no Anexo A, apresentou um grau de deterioração da estrutura (Gd) igual a 42,02, o que representa um nível alto de deterioração, sendo recomendada a observação periódica minuciosa, com necessidade de intervenção no curto prazo.

4.2 - Segundo Estudo de Caso: Bloco F67

Trata-se de uma edificação didático-administrativa localizada no interior do campus da Universidade Estadual de Maringá, com duas fachadas predominantes voltadas para o norte e sul respectivamente, tendo toda a estrutura de concreto armado aparente executada mediante o sistema construtivo tradicional.

Dos 358 elementos estruturais vistoriados, 256 apresentaram algum dano, sendo 53 pilares, 98 vigas, 97 lajes e 8 escadas. Dentre eles, 39 elementos apresentaram grau de deterioração maior que 20, sendo 31 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 20 e abaixo de 50, representando um nível de deterioração médio, indicando uma observação periódica e necessidade de intervenção no médio prazo e 8 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 50 e abaixo de 80, representando um nível de deterioração alto, indicando uma observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção no curto prazo. Outros detalhes podem ser observados no relatório de vistoria do Anexo B.

Analisando o relatório técnico de inspeção contido no Anexo B, observou-se que o cobrimento foi medido em 30 pontos distintos, 6 em cada área de inspeção, obtendo-se uma média de 19,52mm, um desvio padrão de 7,79 e um coeficiente de variação de 39,91%.

Os ensaios para a determinação do teor de cloretos resultaram em não-detectado. Com referência à carbonatação, obtiveram-se uma média de 20,83mm, um desvio padrão de 5,72 e um coeficiente de variação de 27,46%.

Com esses dados, obtiveram-se no cálculo da exposição da armadura uma média de

-1,31mm, um desvio padrão de 9,47 e um coeficiente de variação bastante alto, de 722,90%, indicando que existem dados com valores discordantes entre si, embora os mesmos retratem a veracidade das áreas ensaiadas.

Para o potencial de corrosão, obtiveram-se uma média de -0,297V, um desvio padrão de 0,113 e um coeficiente de variação de 38,05%.

Observando a planilha sinopse dos danos, contida no Anexo B pode-se verificar que o grau de dano total acumulado das diversas famílias de elementos estruturais pesquisados chegou a 5.389,20, sendo que a família laje atingiu o maior valor, com 2.281,60, vindo a seguir a família viga, com 1.945,20. Nota-se também que, dentre os danos identificados, 30,51% deles são referentes a ninho de concretagem, mas o dano com grau de deterioração acumulado mais alto foi fissuração inaceitável, com o valor de 2.040,00.

Verificando, ainda, o conteúdo da planilha sinopse dos danos, contida no Anexo B, constata-se que a família laje atingiu o maior grau de deterioração das famílias que formam a estrutura em estudo, com um Gdf no valor de 48,03, seguida pela família pilar, com um valor de Gdf de 40,09.

O resultado geral da estrutura, como pode ser verificado em detalhes no Anexo B, apresentou um grau de deterioração da estrutura (Gd) igual a 41,98, o que representa um nível alto de deterioração, sendo recomendada a observação periódica minuciosa, com necessidade de intervenção no curto prazo.

4.3 - Terceiro Estudo de Caso: Bloco P03

Trata-se da edificação onde funciona a biblioteca central, localizada no interior do campus da Universidade Estadual de Maringá, com duas fachadas predominantes voltadas para o norte e sul respectivamente, tendo toda a estrutura de concreto armado aparente executada mediante o sistema construtivo tradicional.

Dos 485 elementos estruturais vistoriados, 314 apresentaram algum dano, sendo 37 pilares, 94 vigas, 167 lajes, 15 escadas e 1 cortina. Dentre eles, 24 elementos apresentaram grau de deterioração maior que 20, sendo 20 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 20 e abaixo de 50, representando um nível de deterioração médio, indicando uma observação periódica e necessidade de intervenção no médio prazo, e 4 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 50 e abaixo de 80, representando um nível de deterioração alto, indicando uma observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção no curto prazo. Outros detalhes podem ser observados no relatório de vistoria do Anexo C.

Analisando o relatório técnico de inspeção, contido no Anexo C, observou-se que o cobrimento foi medido em 30 pontos distintos, 6 em cada área de inspeção, obtendo-se uma média de 18,78mm, um desvio padrão de 8,40 e um coeficiente de variação de 44,73%.

Os ensaios para a determinação do teor de cloretos resultaram em não-detectado. Com referência à carbonatação, obtiveram-se uma média de 20,53mm, um desvio padrão de 5,91 e um coeficiente de variação de 28,79%.

Com esses dados, obtiveram-se no cálculo da exposição da armadura uma média de -1,75mm, um desvio padrão de 8,99 e um coeficiente de variação bastante alto, de 513,71%, apontando que existem dados com valores divergentes entre si, embora esses efetivamente ocorreram.

Para o potencial de corrosão, obtiveram-se uma média de -0,207V, um desvio padrão de 0,09 e um coeficiente de variação de 43,48%.

Observando a planilha sinopse dos danos, contida no Anexo C, pode-se verificar que o grau de dano total acumulado das diversas famílias de elementos estruturais pesquisados chegou a 4.205,60, sendo que a família viga atingiu o maior valor, com 1.650,00, vindo a seguir a família laje, com 1.488,00. Nota-se também que, dentre os danos identificados, 21,53% deles são referentes a fissuração inaceitável, sendo que esse dano também alcança o maior grau de deterioração acumulado, com o valor de 1.100,00.

Verificando, ainda, o conteúdo da planilha sinopse dos danos, contida no Anexo C, constata-se que a família pilar atingiu o maior grau de deterioração das famílias que formam a estrutura em estudo, com um Gdf no valor de 55,25, seguida pela família laje, com um valor de Gdf de 34,71.

O resultado geral da estrutura, como pode ser verificado em detalhes no Anexo C, apresentou um grau de deterioração da estrutura (Gd) igual a 39,50, o que representa um nível médio de deterioração, sendo recomendada a observação periódica, com necessidade de intervenção no médio prazo.

4.4 - Quarto Estudo de Caso: Bloco D34

Trata-se uma edificação didático-administrativa localizada no interior do campus da Universidade Estadual de Maringá, com duas fachadas predominantes voltadas para o nordeste e sudeste respectivamente, tendo toda a estrutura de concreto armado aparente executada mediante o sistema construtivo tradicional.

Dos 369 elementos estruturais vistoriados, 277 apresentaram algum dano, sendo 77

pilares, 98 vigas, 82 lajes e 20 escadas. Dentre eles, 32 elementos apresentaram grau de deterioração maior que 20, sendo 26 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 20 e abaixo de 50, representando um nível de deterioração médio, indicando uma observação periódica e necessidade de intervenção no médio prazo, e 6 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 50 e abaixo de 80, representando um nível de deterioração alto, indicando uma observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção no curto prazo. Outros detalhes podem ser observados no relatório de vistoria do Anexo D.

Analisando o relatório técnico de inspeção contido no Anexo D, observou-se que o cobrimento foi medido em 30 pontos distintos, 6 em cada área de inspeção, obtendo-se uma média de 20,06mm, um desvio padrão de 11,89 e um coeficiente de variação de 59,27%.

Os ensaios para a determinação do teor de cloretos resultaram em não-detectado. Com referência à carbonatação, obtiveram-se uma média de 26,97mm, um desvio padrão de 8,50 e um coeficiente de variação de 31,52%.

Com esses dados, obtiveram-se no cálculo da exposição da armadura uma média de -6,91mm, um desvio padrão de 9,97 e um coeficiente de variação bastante elevado, de 144,28%, mostrando que existem dados cujos valores indicam discrepância com relação aos demais, embora revelem os fatos como realmente ocorreram.

Para o potencial de corrosão, obtiveram-se uma média de -0,310V, um desvio padrão de 0,143 e um coeficiente de variação de 46,13%.

Observando a planilha sinopse dos danos, contida no Anexo D, pode-se verificar que o grau de dano total acumulado das diversas famílias de elementos estruturais pesquisados chegou a 5.568,80, sendo que a família pilar atingiu o maior valor, com 2.111,20, vindo a seguir a família viga, com 1.923,20. Nota-se também que, dentre os danos identificados, 32,20% deles são referentes a ninho de concretagem, sendo que esse dano também alcança o maior grau de deterioração acumulado, com o valor de 1.842,80.

Verificando, ainda, o conteúdo da planilha sinopse dos danos, contida no Anexo D, constata-se que a família pilar atingiu o maior grau de deterioração das famílias que formam a estrutura em estudo, com um Gdf no valor de 51,31, seguida pela família laje, com um valor de Gdf de 44,90.

O resultado geral da estrutura, como pode ser verificado em detalhes no Anexo D, apresentou um grau de deterioração da estrutura (Gd) igual a 44,60, o que representa um nível alto de deterioração, sendo recomendada a observação periódica minuciosa, com necessidade de intervenção no curto prazo.

4.5 - Quinto Estudo de Caso: Bloco G34

Trata-se uma edificação didático-administrativa construída no interior do campus da Universidade Estadual de Maringá, com duas fachadas predominantes voltadas para o norte e sul respectivamente, tendo toda a estrutura de concreto armado aparente executada mediante o sistema construtivo tradicional.

Dos 409 elementos estruturais vistoriados, 280 apresentaram algum dano, sendo 69 pilares, 105 vigas, 90 lajes e 16 escadas. Dentre eles, 58 elementos apresentaram grau de deterioração maior que 20, sendo 44 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 20 e abaixo de 50, representando um nível de deterioração médio, indicando uma observação periódica e necessidade de intervenção no médio prazo, e 14 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 50 e abaixo de 80, representando um nível de deterioração alto, indicando uma observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção no curto prazo. Outros detalhes podem ser observados no relatório de vistoria do Anexo E.

Analisando o relatório técnico de inspeção, contido no Anexo E, observou-se que o cobrimento foi medido em 30 pontos distintos, 6 em cada área de inspeção, obtendo-se uma média de 18,30mm, um desvio padrão de 6,81 e um coeficiente de variação de 37,21%.

Os ensaios para a determinação do teor de cloretos resultaram em não-detectado. Com referência à carbonatação, obtiveram-se uma média de 35,08mm, um desvio padrão de 6,26 e um coeficiente de variação de 17,84%.

Com esses dados, obtiveram-se no cálculo da exposição da armadura uma média de -16,78mm, um desvio padrão de 3,23 e um coeficiente de variação de 19,25%.

Para o potencial de corrosão, obtiveram-se uma média de -0,471V, um desvio padrão de 0,234 e um coeficiente de variação de 49,68%.

Observando a planilha sinopse dos danos, contida no Anexo E, pode-se verificar que o grau de dano total acumulado das diversas famílias de elementos estruturais pesquisados chegou a 6.703,60, sendo que a família pilar atingiu o maior valor, com 2.570,80, vindo a seguir a família viga, com 2.309,60. Nota-se também que, dentre os danos identificados, 23,82% deles são referentes a fissuração inaceitável, sendo que esse dano também alcança o maior grau de deterioração acumulado, com o valor de 2.408,00.

Verificando, ainda, o conteúdo da planilha sinopse dos danos, contida no Anexo E, constata-se que a família pilar atingiu o maior grau de deterioração das famílias que formam a estrutura em estudo, com um Gdf no valor de 50,19, seguida pela família laje, com um valor de Gdf de 42,66.

O resultado geral da estrutura, como pode ser verificado em detalhes no Anexo E, apresentou um grau de deterioração da estrutura (Gd) igual a 42,71, o que representa um nível alto de deterioração, sendo recomendada a observação periódica minuciosa, com necessidade de intervenção no curto prazo.

4.6 - Sexto Estudo de Caso: Bloco G56

Trata-se uma edificação didático-administrativa localizada no interior do campus da Universidade Estadual de Maringá, com duas fachadas predominantes voltadas para o norte e sul respectivamente, tendo toda a estrutura de concreto armado aparente executada mediante o sistema construtivo tradicional.

Dos 597 elementos estruturais vistoriados, 510 apresentaram algum dano, sendo 85 pilares, 172 vigas, 137 lajes, 21 escadas, 5 cortinas e 90 elementos arquitetônicos. Dentre eles, 44 elementos apresentaram grau de deterioração maior que 20, sendo 31 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 20 e abaixo de 50, representando um nível de deterioração médio, indicando uma observação periódica com necessidade de intervenção no médio prazo, 11 elementos com grau de deterioração (Gde) acima de 50 e abaixo de 80, representando um nível de deterioração alto, indicando uma observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção no curto prazo e 2 elementos com grau de deterioração maior que 80, representando um nível de deterioração crítico, indicando a necessidade de intervenção imediata para restabelecer a funcionalidade e/ou a segurança. Esses 2 elementos com nível de deterioração crítico pertencem à família elemento arquitetônico. Outros detalhes podem ser observados no relatório de vistoria do Anexo F.

Analisando o relatório técnico de inspeção, contido no Anexo F, observou-se que o cobrimento foi medido em 30 pontos distintos, 6 em cada área de inspeção, obtendo-se uma média de 15,99mm, um desvio padrão de 6,88 e um coeficiente de variação de 43,03%.

Os ensaios para a determinação do teor de cloretos resultaram em não-detectado. Com referência à carbonatação, obtiveram-se uma média de 18,36mm, um desvio padrão de 6,42 e um coeficiente de variação de 34,97%.

Com esses dados, obtiveram-se no cálculo da exposição da armadura uma média de -3,16mm, um desvio padrão de 8,11 e um coeficiente de variação de 256,65%, revelando que existem dados com valores discrepantes entre si, embora os mesmos reproduzam com fidelidade as condições dos pontos analisados.

Para o potencial de corrosão, obtiveram-se uma média de -0,242V, um desvio padrão

de 0,134 e um coeficiente de variação de 55,37%.

Observando a planilha sinopse dos danos, contida no Anexo F, pode-se verificar que o grau de dano total acumulado das diversas famílias de elementos estruturais pesquisados chegou a 7.410,40, sendo que a família viga atingiu o maior valor, com 2.775,20, vindo a seguir a família pilar, com 1.787,20. Nota-se também que, dentre os danos identificados, 25,51% deles são referentes a segregação, mas o dano com grau de deterioração acumulado mais alto foi fissuração inaceitável, com o valor de 2.104,00.

Verificando, ainda, o conteúdo da planilha sinopse dos danos, contida no Anexo F, constata-se que a família elemento arquitetônico atingiu o maior grau de deterioração das famílias que formam a estrutura em estudo, com um Gdf no valor de 51,12, seguida pela família pilar, com um valor de Gdf de 44,66.

O resultado geral da estrutura, como pode ser verificado em detalhes no Anexo F, apresentou um grau de deterioração da estrutura (Gd) igual a 36,56, o que representa um nível médio de deterioração, sendo recomendada a observação periódica, com necessidade de intervenção no médio prazo.

De posse dos dados e valores resultantes da aplicação da metodologia passa-se a análise e discussão dos resultados encontrados, onde pretende-se correlacionar as informações obtidas para cada edificações pesquisadas.

CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 5.1 a seguir, procura-se resumir os resultados principais calculados por meio dos dados levantados pelos relatórios técnicos de vistoria e de inspeção referentes às 6 (seis) edificações pesquisadas.

Com base na tabela 5.1, pode-se observar que a edificação que alcançou o maior grau de dano (D) acumulado foi o Bloco G56, com o valor 7.410,40, acompanhado pelos Blocos G34 e D34, com os valores 6.703,60 e 5.568,80 respectivamente. Esses valores foram influenciados pela existência no Bloco G56, na sua face norte, de um sistema de brises formado por 90 elementos arquitetônicos em concreto armado, elementos esses inexistentes nas demais edificações e que elevaram o valor do total de danos acumulados num valor de 1.532,80

O Bloco P03 é o que apresenta o menor grau de dano (D) acumulado, no valor de 4.205,60. Esse Bloco também apresenta a menor média de grau de dano por elemento estrutural vistoriado, num valor de 8,67.

Nesse aspecto, os resultados estão de acordo com os esperados, pois as edificações mais antigas apresentaram maior grau de dano acumulado.

O gráfico 5.1 ilustra a relação existente entre os valores do grau de dano acumulado para as 6 (seis) edificações em questão. As edificações estão colocadas ao longo do eixo das abscissas por ordem crescente de idade da estrutura, conforme informado na tabela 3.1.

Gráfico 5.1. Grau de dano acumulado por bloco

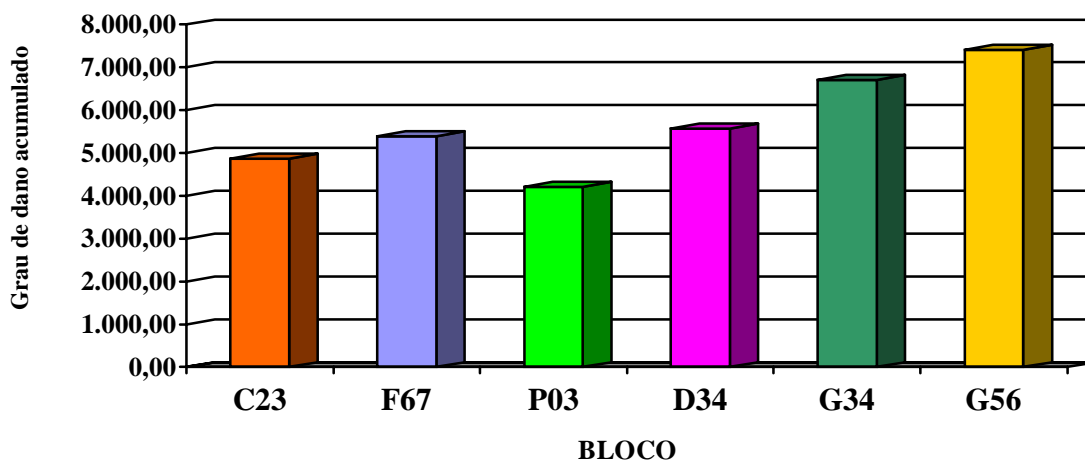


Tabela 5.1. Resumo dos resultados obtidos nas planilhas sinopse dos danos referentes aos edifícios vistoriados.

Dados levantados da estrutura	Blocos pesquisados						
	C23	F67	P03	D34	G34	G56	TOTAL
Nº de elementos estruturais vistoriados	346	358	485	369	409	597	2.564
Nº de elementos estruturais com dano	292	256	314	277	280	510	1.929
% em relação ao nº de elementos vistoriados	84,39	71,51	64,74	75,07	68,46	85,43	75,23
Nº de elementos estruturais com grau de deterioração (Gde)> 20	29	39	24	32	58	44	226
% em relação ao nº de elementos vistoriados	8,38	10,89	4,95	8,67	14,18	7,37	8,81
Somatório do grau de dano (D)	4.869,20	5.389,20	4.205,60	5.568,80	6.703,60	7.410,40	34.146,80
Média de grau de dano por elemento estrutural vistoriado	14,07	15,05	8,67	15,09	16,39	12,41	13,32
Máximo grau de deterioração (Gde)	58,61 (A)	60,58 (A)	57,53 (A)	65,82 (A)	66,21 (A)	105,21 (C)	
Mínimo grau de deterioração (Gde)	2,80 (B)	2,80 (B)	1,20 (B)	2,80 (B)	1,60 (B)	1,20 (B)	
Média do grau de deterioração (Gde)	12,46 (B)	15,70(B)	9,81 (B)	13,82 (B)	17,06 (M)	10,59 (B)	
Desvio padrão do grau de deterioração (Gde)	10,44	12,65	9,00	11,87	14,61	11,84	
Coefficiente de variação do grau de deterioração (Gde) em %	83,79	80,57	91,74	85,89	85,64	111,80	
Grau de deterioração da família dos pilares principais	44,10 (M)	40,09 (M)	55,25 (A)	51,31 (A)	50,19 (A)	44,66 (M)	
Grau de deterioração da família dos pilares secundários	42,96 (M)						
Grau de deterioração da família das vigas principais	37,11 (M)	39,04 (M)	33,70 (M)	37,66 (M)	35,26 (M)	41,22 (M)	
Grau de deterioração da família das lajes principais	44,60(M)	48,03 (M)	34,71 (M)	44,90 (M)	42,66 (M)	20,40 (M)	
Grau de deterioração da família das escadas e rampas principais			29,30 (M)			32,00 (M)	
Grau de deterioração da família dos elementos arquitetônicos secundários						51,12 (A)	
Grau de deterioração da estrutura (Gd)	42,02 (A)	41,98 (A)	39,50(M)	44,60(A)	42,71 (A)	36,56 (M)	

NOTA: (C) = Nível de deterioração crítico; (A) = Nível de deterioração alto; (M) = Nível de deterioração médio; (B) = Nível de deterioração baixo.

Com relação às várias famílias de elementos estruturais analisadas, das 3 principais, denominadas pilar, viga e laje, 2 apresentaram valores diferentes dos esperados. A família pilar do Bloco P03 apresentou um grau de deterioração da família (Gdf) com o valor de 55,25, e a família laje do Bloco F67 apresentou um grau de deterioração da família (Gdf) com valor de 48,03, valores esses que superaram as respectivas famílias dos demais edifícios, embora os edifícios pertençam ao grupo de prédios com menos idade, cerca de 12 anos.

A família viga do Bloco G56 apresentou grau de deterioração da família Gdf com o valor de 41,22, sendo o mais alto dentre os dos edifícios vistoriados. Os gráficos 5.2, 5.3 e 5.4 ilustram o comentário sobre o grau de deterioração das famílias de pilar, viga e laje das 6 (seis) edificações. Os blocos estão colocados ao longo do eixo das abscissas por ordem crescente de idade da estrutura.

Gráfico 5.2. Grau de deterioração das famílias de pilar principal

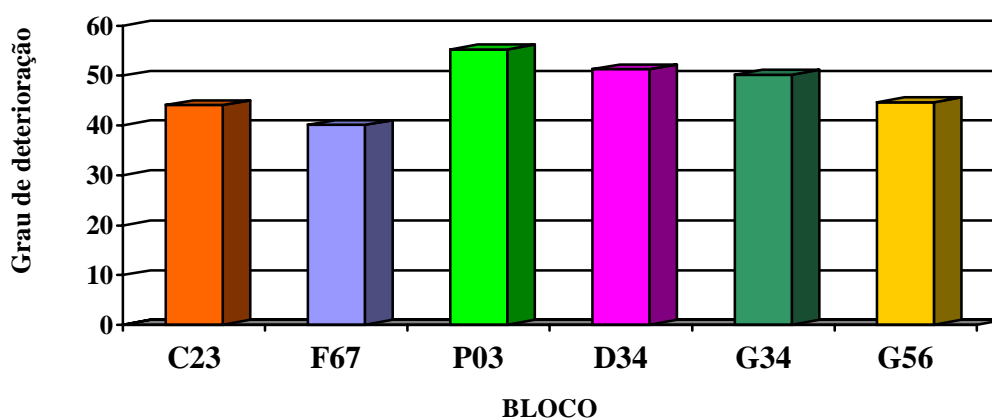


Gráfico 5.3. Grau de deterioração das famílias de viga

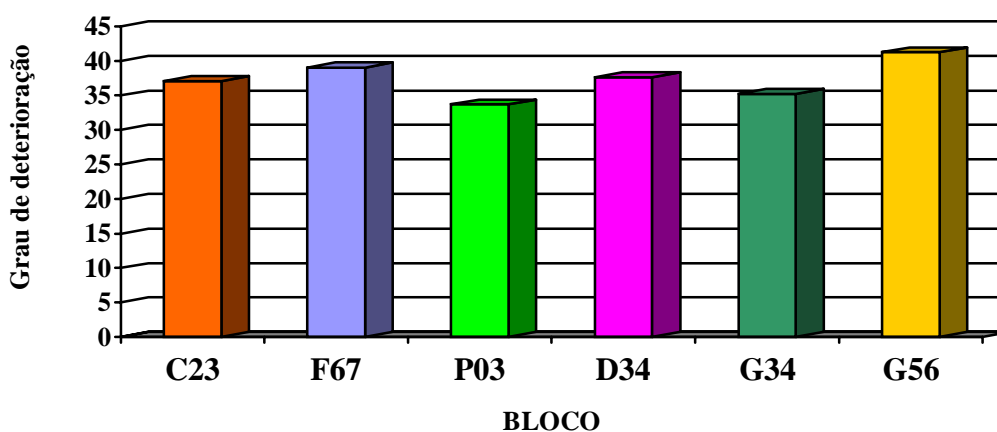
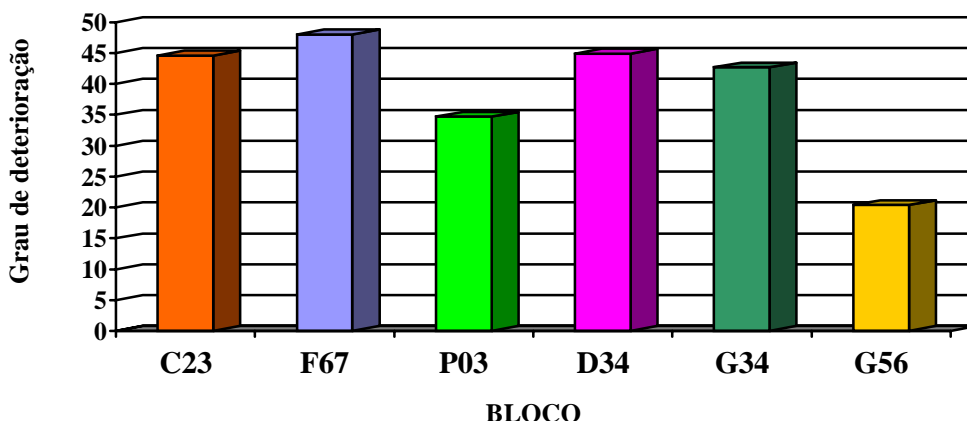
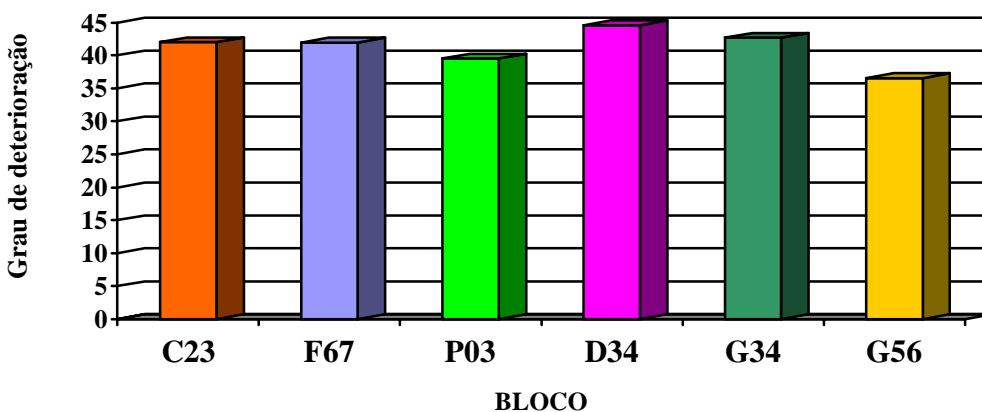


Gráfico 5.4. Grau de deterioração das famílias de laje

O grau de deterioração da estrutura (Gd) mais alto foi o do Bloco D34, com um valor de 44,60, representando um nível alto de deterioração, e o menor foi o do Bloco G56, com um valor de 36,56, indicando um nível médio de deterioração. O gráfico 5.5 ilustra a situação do grau de deterioração da estrutura (Gd) dos edifícios estudados.

Gráfico 5.5. Grau de deterioração da estrutura (Gd)

Com base nos dados das tabelas 5.2 e 5.3 a seguir, constata-se que o dano que teve maior frequência no Bloco C23 foi nicho de concretagem, com 270 identificações, seguido pelo de fissuração inaceitável, com 203. Esses dois danos foram responsáveis por 57,55% do número total de danos observados, que foi de 822.

Verifica-se, no Bloco F67, que o dano nicho de concretagem foi identificado em 227 elementos estruturais, enquanto o dano fissuração inaceitável foi encontrado em 195 elementos. Ambos perfazem 56,72% do total de danos encontrados, que foi de 744.

No Bloco P03, os danos segregação e nicho de concretagem foram ultrapassados pelos danos fissuração inaceitável e lixiviação/eflorescência, que alcançaram uma frequência de 180 e 123 respectivamente. Ambos somaram 36,24% do total de danos identificados, que foi de 836.

Os danos nichos de concretagem e fissuração inaceitável tiveram maior frequência no Bloco D34, alcançando os números de 275 e 196 respectivamente, sendo responsáveis por 55,15% do número total de danos, que atingiu 854.

Constata-se que o dano que teve maior frequência no Bloco G34 foi fissuração inaceitável, com 238 identificações, seguido pelo de nicho de concretagem, com 235. Esses dois danos foram responsáveis por 47,34% do total de danos observados, que foi de 999.

No Bloco G56, os danos segregação e fissuração inaceitável se destacaram, alcançando a frequência de 336 e 302 respectivamente. Ambos somaram 48,44% do total de danos identificados, que atingiu 1.317.

As tabelas 5.2 e 5.3, apresentadas a seguir, referem-se aos aspectos gerais dos 6 (seis) edifícios estudados e revelam, entre outros valores, que o dano fissuração inaceitável foi identificado em 1.314 elementos estruturais, enquanto que o dano nicho de concretagem foi encontrado em 1.246 elementos. Ambos perfizeram 45,94% do total de danos observados, que foi de 5.572.

Nesse capítulo buscou-se identificar os resultados mais expressivos, aqueles que revelassem da melhor maneira as peculiaridades de cada obra em questão. No capítulo seguinte, iremos, com base no conteúdo exposto, formular as conclusões a que chegamos, bem como, apresentar sugestões para trabalhos posteriores.

Tabela 5.2. Frequência dos danos identificados por bloco pesquisado

Dano	Danos à estrutura	Frequência dos danos						
		Bloco C23	Bloco F67	Bloco P03	Bloco D34	Bloco G34	Bloco G56	Geral
1	Segregação	4		113		139	336	592
2	Lixiviação/eflorescência	55	57	123	75	77	99	486
4	Esfoliação	32	19	44	24	31	80	230
5	Carbonatação	6	6	6	6	6	6	36
6	Fissuração inaceitável	203	195	180	196	238	302	1.314
7	Flecha/flambagem		1	1		1		3
8	Desvio de geometria	32	50	49	30	35	47	243
9	Cobrimento insuficiente	31	16	56	37	44	38	222
10	Corrosão	50	49	50	52	64	89	354
12	Mancha	56	54	65	74	52	112	413
13	Deformação lenta				3			3
16	Infiltração/vazamento	19	12	17	16	17	13	94
17	Recalque/deslocamento			4				4
18	Nicho de concretagem	270	227	111	275	235	128	1.246
20	Junta danificada	18	11		10	11	41	91
21	Junção de elementos	46	47	17	56	49	26	241
Total		822	744	836	854	999	1.317	5.572

Tabela 5.3. Resumo dos danos identificados com os respectivos percentuais de frequência e grau acumulado dos danos, por edifício

Dano	Danos à estrutura	Bloco C23		Bloco F67		Bloco P03		Bloco D34		Bloco G34		Bloco G56		Geral	
		%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau
1	Segregação	0,49	11,20			13,52	406,00			13,91	485,20	25,51	1.290,80	10,63	2.193,20
2	Lixiviação/eflorescência	6,69	176,40	7,66	211,60	14,71	244,40	8,78	168,00	7,71	196,00	7,52	343,60	8,72	1.340,00
4	Esfoliação	3,89	281,60	2,55	144,00	5,26	432,00	2,81	199,20	3,10	224,00	6,07	761,60	4,13	2.042,40
5	Carbonatação	0,73	25,20	0,81	33,60	0,72	33,60	0,70	33,60	0,60	33,60	0,46	33,60	0,65	193,20
6	Fissuração inaceitável	24,70	1.592,00	26,21	2.040,00	21,53	1.100,00	22,95	1.448,00	23,82	2.408,00	22,93	2.104,00	23,58	10.692,00
7	Flecha/flambagem			0,13	8,00	0,12	8,00			0,10	8,00			0,05	24,00
8	Desvio de geometria	3,89	251,60	6,72	336,00	5,86	359,20	3,52	197,20	3,50	216,40	3,57	319,20	4,36	1.679,60
9	Cobrimento insuficiente	3,77	192,00	2,15	60,00	6,70	259,20	4,33	184,80	4,41	218,40	2,89	170,40	3,98	1.084,80
10	Corrosão	6,08	271,60	6,59	274,40	5,98	280,00	6,09	358,40	6,41	380,80	6,76	632,80	6,36	2.198,00
12	Mancha	6,81	254,00	7,26	342,00	7,78	384,00	8,67	504,00	5,21	606,00	8,50	496,00	7,41	2.586,00
13	Deformação lenta							0,35	14,40					0,05	14,40
16	Infiltração/vazamento	2,31	120,00	1,61	43,20	2,03	48,00	1,87	88,80	1,70	84,00	0,99	55,20	1,69	439,20
17	Recalque/deslocamento					0,48	32,00							0,07	32,00
18	Nicho de concretagem	32,85	1.292,00	30,51	1.485,20	13,28	514,40	32,20	1.842,80	23,52	1.429,60	9,72	656,40	22,36	7.220,40
20	Junta danificada	2,19	97,60	1,48	83,20			1,17	144,00	1,10	84,00	3,11	268,00	1,63	676,80
21	Junção de elementos	5,60	304,00	6,32	328,00	2,03	104,80	6,56	385,60	4,91	329,60	1,97	278,80	4,33	1.730,80
Total		100,00	4.869,20	100,00	5.389,20	100,00	4.205,60	100,00	5.568,80	100,00	6.703,60	100,00	7.410,40	100,00	34.146,80

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 – Considerações Sobre a Aplicabilidade e Eficácia da Metodologia Utilizada

Após a análise e discussão dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia, apresentam-se a seguir as considerações sobre a aplicabilidade da metodologia em questão.

A metodologia aplicada é composta de 3 (três) fases, destacadas a seguir:

- a) Execução de vistoria, que visa o preenchimento do formulário denominado relatório técnico de vistoria;
- b) Execução dos ensaios com o objetivo de coletar os dados do relatório técnico intitulado relatório técnico de inspeção;
- c) Execução dos cálculos que têm como objetivo apontar o valor do grau de deterioração dos elementos estruturais, das famílias dos elementos e da estrutura considerada em sua totalidade.

Passa-se a seguir à análise da aplicabilidade e da eficácia de cada uma dessas fases da metodologia, considerando itens como dificuldade encontrada, tempo despendido, equipamentos necessários, mão-de-obra, custo e confiabilidade dos resultados.

6.1.1 – Aplicação do relatório de vistoria técnica de acordo com a metodologia utilizada

A metodologia mostrou-se simples quanto à sua aplicação, principalmente a partir do terceiro bloco pesquisado, quando se adquiriu maior conhecimento de suas particularidades. No início, os trabalhos não tinham agilidade, pois o grande número de danos estruturais a serem observados requeria atenção redobrada. Entretanto, o uso constante da relação de danos se encarregou de tornar a atividade de vistoria dos elementos estruturais um serviço de rotina.

A dificuldade encontradas durante toda essa fase foi com relação ao acesso às salas, pois somente no período vespertino tinha-se maior facilidade para a realização das vistorias. No período matutino, as salas estavam na sua totalidade ocupadas. Para superar essa questão, procurou-se executar a vistoria técnica na parte externa das edificações pela manhã e na parte interna à tarde.

As salas de professores também ofereceram algumas dificuldades, originadas, principalmente, pela ausência dos professores no local e pela inexistência de uma cópia da chave na secretaria do departamento.

Considera-se que os 19 (dezenove) dias úteis decorridos, contidos no período de 18/03/2002 a 09/04/2002, para a realização da vistoria das edificações, de acordo com a metodologia empregada, como sendo tempo normal e não caracterizando nenhum tipo de custo elevado que indicasse a inviabilidade de sua aplicação devido ao tempo despendido.

Na aplicação da metodologia, foram utilizados alguns equipamentos nessa fase, entre os quais destacamos o binóculo ou luneta, que permite visualizar com a necessária nitidez os elementos estruturais situados em regiões de difícil acesso, além de outros como a prancheta de rascunho, escala, nível de bolha, prumo, trena, martelo e câmara fotográfica. Portanto, a aplicação da metodologia, ocupando a mão-de-obra de um técnico com experiência e de um auxiliar e utilizando equipamentos de custos não-excessivos, mostrou-se competitiva em termos financeiros.

Nessa fase os dados coletados são confiáveis, pois representam o entendimento do técnico diante da metodologia aplicada e das situações reais encontradas nas edificações, por ocasião da realização da vistoria técnica.

6.1.2 – Aplicação do relatório de inspeção técnica de acordo com a metodologia utilizada

Essa fase da metodologia mereceu bastante atenção, principalmente quanto à definição da profundidade do furo para coleta das amostras dos ensaios de teor de cloretos. Entretanto, com a sequência dos dias de trabalho, tudo passou a fluir naturalmente, não havendo obstáculo quanto à aplicação da metodologia, notadamente a partir da execução do primeiro bloco, pois adquiriu-se o conhecimento necessário do processo de inspeção no seu todo.

A dificuldade que a metodologia apresenta nessa fase é o alto custo dos ensaios de teor de cloretos. Esse custo, de certa forma, prejudicou o resultado final deste trabalho; não permitiu que os ensaios fossem realizados em um número suficiente de elementos estruturais de modo que possibilitassem estender os resultados dos relatórios técnicos de inspeção para todos os elementos estruturais com base em tratamento estatístico dos dados.

Portanto, recomenda-se que a realização ou não de ensaios de teor de cloretos seja decidida em razão de haver indícios de que tenham sido usados, na fase de dosagem e amassamento do concreto, aditivos à base de cloretos ou materiais contaminados, ou ainda devido à penetração de cloretos oriundos do meio ambiente agressivo.

No presente caso, decidiu-se pela realização dos ensaios em razão da inexistência de documentos quanto ao controle tecnológico do concreto, bem como da procedência dos

agregados, para todas as edificações pesquisadas. Felizmente, não foi detectada a presença de cloretos em nenhum dos ensaios realizados.

Os demais ensaios propostos pela metodologia, ou seja, de cobrimento da armadura, de carbonatação e de potencial de corrosão, tiveram custos normais e não utilizaram equipamentos sofisticados que pudessem se constituir em obstáculo para a sua realização.

Considera-se que os 13 (treze) dias úteis decorridos, contidos no período de 14/05/2002 a 28/05/2002, para a realização da inspeção técnica das edificações, de acordo com a metodologia empregada, como sendo tempo normal, não implicando nenhum tipo de custo elevado que implicasse a inviabilidade de sua aplicação devido ao tempo despendido.

Entre os principais equipamentos utilizados na aplicação da metodologia, destacamos: furadeira elétrica, broca, eletrodo de referência de cobre/sulfato de cobre, voltímetro de alta impedância, pulverizador contendo solução de fenolftaleína a 1% em álcool etílico, prancheta de rascunho, trena, câmara fotográfica, marreta, paquímetro digital, ponteiro e talhadeira.

Esses equipamentos não apresentaram dificuldade de acesso, por um custo razoável. Portanto, excetuando-se a realização dos ensaios de teor de cloretos, a aplicação da metodologia, ocupando a mão-de-obra de um técnico com experiência e de um auxiliar, e usando equipamentos de custos não-excessivos, mostrou-se viável em termos econômicos.

Nessa fase, os dados coletados são confiáveis, pois representam as situações encontradas nos pontos escolhidos aleatoriamente, no interior das áreas inspecionadas das edificações, de acordo com a metodologia, por ocasião da realização da inspeção técnica.

A recuperação das peças estruturais ensaiadas foi executada o mais rápido possível, evitando-se contribuir com qualquer processo de deterioração. Para isso foram tomados alguns cuidados, pois se tratava de executar reparos em peças estruturais concretadas havia pelo menos 12 anos. Foram utilizados produtos que proporcionavam perfeita aderência do material novo ao já existente. Esse serviço usou mão-de-obra de um pedreiro e de um ajudante, e pequena quantidade de material, não sendo significativo em termos de custos e chegando aproximadamente a 5,00% do valor dos ensaios.

6.1.3 – Cálculo do valor do grau de deterioração dos elementos estruturais

Após a coleta dos dados no relatório técnico de vistoria, seguiu-se a fase de cálculo visando a determinação do grau de deterioração de cada elemento estrutural vistoriado e que apresentou algum dano.

Nessa etapa, foram levados em consideração, além dos valores do relatório técnico de vistoria, os resultados fornecidos pelo relatório técnico de inspeção; com isso, todos os danos pesquisados foram computados para cada elemento estrutural. Esse cálculo é de simples execução, necessitando apenas de concentração e cuidados quanto à sistematização do processo como um todo, visando o preenchimento da planilha sinopse dos danos. O tempo usado para a realização do cálculo é proporcional ao número de dados coletados, mas de qualquer forma não se constitui em obstáculo para a aplicação da metodologia

Embora não tenha sido esse o enfoque principal de Castro (1994) e Lopes (1998), observamos que a metodologia aplicada nesta dissertação possibilitou a seleção de elementos estruturais que apresentavam grau de deterioração (Gde) crítico, como no caso dos elementos estruturais denominados elementos arquitetônicos EA1 e EA41, situados na fachada noroeste do Bloco G56, para que fossem tomadas as providências imediatas visando restabelecer a funcionalidade e/ou segurança dos mesmos. Esse procedimento pode ser estendido para qualquer outro elemento estrutural analisado e que revele grau de deterioração (Gde) crítico, alto ou médio, nessa ordem de prioridade, funcionando dessa forma como um banco de dados, servindo como ferramenta na priorização de etapas de serviços e auxiliando no gerenciamento do programa de manutenção dos edifícios.

Tal procedimento é muito importante, considerando-se que nem sempre é possível, de uma só vez, a realização dos trabalhos relativos à recuperação de toda a estrutura do edifício, devido principalmente à limitação dos recursos financeiros disponibilizados para essa atividade. Dessa forma, é possível a realização das atividades de manutenção de forma pontual, o que ameniza a questão do provimento financeiro necessário e favorece o gerenciamento e a implementação do programa de manutenção. Acredita-se que as estruturas analisadas, se houver uma intervenção de acordo com o que aponta a presente fase da metodologia, tenham boa probabilidade de voltar a desempenhar suas funções dentro das condições especificadas inicialmente.

6.1.4 – Cálculo do valor do grau de deterioração das famílias de elementos estruturais

A próxima fase após a determinação do grau de deterioração dos elementos estruturais foi o cálculo do grau de deterioração das famílias de elementos.

Analisando os resultados obtidos para todas as variáveis apresentadas pela metodologia, verificou-se que o grau de deterioração das famílias de elementos estruturais das edificações pesquisadas apresentava valores dentro de um intervalo que variava de 20,40, classificado como nível de deterioração médio para a família das lajes principais do Bloco

G56, a 55,25, classificado como nível de deterioração alto da família dos pilares principais do Bloco P03.

Nessa etapa, foram considerados todos os elementos estruturais que apresentavam grau de deterioração maior que 20, considerando cada elemento estrutural dentro de sua respectiva família. Esse cálculo é de simples execução, necessitando apenas de concentração e cuidados quanto à sistematização do processo como um todo, visando o preenchimento da planilha sinopse dos danos. O tempo usado para a realização do cálculo é proporcional ao número de dados coletados, mas de qualquer forma não se constitui em obstáculo para a aplicação da metodologia.

A metodologia permite nessa fase detectar qual família de elementos estruturais apresenta grau de deterioração mais elevado, funcionando, dessa forma, como um banco de dados, servindo como ferramenta na priorização de etapas de serviços por família de elementos e auxiliando na viabilização dos recursos financeiros e no gerenciamento do programa de manutenção dos edifícios.

6.1.5 – Cálculo do valor do grau de deterioração das estruturas

Após a análise dos resultados obtidos para todas as variáveis apresentadas pela metodologia, conclui-se que:

- a) o grau de deterioração das estruturas de concreto armado das edificações pesquisadas apresentou valores próximos, dentro de um intervalo que varia de 36,56 a 44,60, respectivamente classificados como níveis de deterioração médio e alto para os Blocos G56 e D34;
- b) os Blocos G34, C23 e F67, com grau de deterioração de 42,71, 42,02 e 41,98 respectivamente, classificados como nível alto de deterioração, acompanham o Bloco D34 quanto às medidas a serem providenciadas, visando a adequada manutenção, isto é, recomenda-se a observação periódica minuciosa, com necessidade de intervenção no curto prazo;
- c) o Bloco P03, com grau de deterioração de 39,50, classificado como nível médio de deterioração, acompanha o Bloco G56 quanto às medidas a serem adotadas, objetivando a adequada manutenção, isto é, recomenda-se a observação periódica, com necessidade de intervenção no médio prazo.

Embora os resultados apontem para um grau de deterioração da estrutura classificado como médio para os Blocos G56 e P03 e como alto para os Blocos F67, C23, G34 e D34, percebe-se que a diferença numérica na escala de medida do grau de deterioração é de apenas

8,04.

A metodologia, nessa etapa, demonstrou não ser recomendada para aplicação prática na elaboração de diagnósticos de estruturas no seu todo; gerou resultados que não correspondem à realidade apresentada pelas estruturas pesquisadas, mostrando uma tendência de nivelamento dos valores do grau de deterioração das mesmas, como pode ser observado no gráfico 5.5.

6.2 – Crítica à Metodologia Utilizada

Quando da aplicação da metodologia, observou-se que alguns danos considerados separadamente poderiam ser unificados, por apresentarem características semelhantes.

Visando o aperfeiçoamento da metodologia e a melhora de sua performance quanto à obtenção dos resultados finais, sugerem-se as seguintes alterações:

- a) modificar a relação de danos estruturais, unificando os danos denominados deformação lenta e sobrecarga sob a denominação de deformação excessiva. Nesse caso, chamamos a atenção, também, para a dificuldade de se proceder às medições relativas à deformação lenta por ocasião da aplicação do relatório de vistoria técnica, devido ao fato de ser esse dano estrutural, uma função direta do tempo. Agir da mesma forma com relação aos danos estruturais, segregação e nicho de concretagem, unificando-os sob a denominação de nicho de concretagem.
- b) alterar a formulação utilizada no cálculo do valor do grau de deterioração da estrutura, pois esta apresenta a tendência de aproximar os valores do grau de deterioração das diferentes estruturas analisadas, necessitando do desenvolvimento de nova formulação que retrate melhor a realidade das edificações.

Pelos resultados obtidos, a metodologia pode ser considerada eficaz para a determinação do nível de deterioração dos elementos estruturais individualmente e das famílias constituídas por esses elementos; entretanto, para o nível de deterioração da estrutura como um todo, a metodologia mostrou-se ineficaz, por apresentar forte tendência de nivelar os resultados obtidos com a sua aplicação em edificações distintas, demonstrando não ter aplicação prática na elaboração de diagnósticos de abrangência geral da estrutura. Isso geraria dados importantes para se aquilatar as condições gerais da mesma, bem como apontaria as diretrizes para as medidas gerais a serem adotadas.

Quanto à questão de se estender essa metodologia a todas as edificações do campus-sede, recomenda-se somente em parte, isto é, excluindo-se a fase do cálculo do valor do grau

de deterioração das estruturas e utilizando os demais parâmetros para a realização das atividades de manutenção de forma pontual, nos elementos estruturais ou na família desses elementos. É importante analisar a necessidade ou não de realização dos ensaios de teor de cloretos.

6.3 – Sugestões para Trabalhos Futuros

Com referência a futuros trabalhos, tendo como base a abordagem proposta, relacionam-se as sugestões abaixo:

- a) realizar estudo visando corrigir a tendência de aproximação de valores apresentada pela metodologia em questão;
- b) apurar os custos de reparos dos danos estruturais, com base no grau de deterioração acumulado, firmando analogia entre os danos estruturais e os respectivos custos de restabelecimento da funcionalidade e/ou segurança;
- c) empregar os preceitos de organização e gerenciamento na manutenção de outros componentes que constituem a edificação, como, por exemplo, alvenaria, piso, esquadria e cobertura.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 5674**: Manutenção de edificações - procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas - Imprensa da ABNT, 1999.

ABNT. **NBR 6118**: Projeto e execução de obras de concreto armado. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas - Imprensa da ABNT, 1980.

ABNT. **NBR 6120**: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas - Imprensa da ABNT, 1980.

ABNT. **NBR 8953**: Concreto para fins estruturais – classificação por grupo de resistência. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas - Imprensa da ABNT, 1992.

ABNT. **NBR 14037**: Manual de operação, uso e manutenção das edificações – conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas - Imprensa da ABNT, 1998.

ABRANTES, V.; CALEJO, R. **Manutenção e reabilitação de edifícios**. 2001. Disponível em: www.sotecnisol.pt/noticias9.htm. Acesso em 5 de out. de 2001.

AL-BAHAR, S.; ATTIOGBE, E.K.; KAMAL, H. Investigation of corrosion damage in a reinforced concrete structure in Kuwait. **ACI Materials Journal**, v.95, n.3, p.226–231, May/june, 1998.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C 876. **Standard test methods for half cell potential of uncoated reinforcing steel in concrete**. In: Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia, 1991.

ARDITI, D.; GUNAYDIN, H.M. Factors that affect process quality in the life cycle of building projects. **Journal of Construction Engineering and Management**. v.124, n.3, p.194–203, May/june, 1998.

BASHEER, P.A.M.; CHIDIAC, S.E.; LONG, A.E. Predictive models for deterioration of concrete structures. National Research Council, Canada, **Construction and Building Materials**. v.10, n.1, p.27–37, 1996.

BO LÖNN, M.A. **Swedish maintenance planning**. In: SEMINAR ON SYSTEMS OF MAINTENANCE PLANNING, Edinburgh, 1983. Proceedings... Edinburgh: C.I.B. Working Commission W70 on Maintenance and Modernisation, 1983. p.127-147.

BONIN, L.C. **Manutenção de edifícios – uma revisão conceitual**. In: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS, Porto Alegre, 1988. Anais... Porto Alegre: CPGE/UFRGS, 1988. v.1, p.1-31.

CÁNOVAS, M.F. **Patologia e terapia do concreto armado**. São Paulo: Editora Pini Ltda., 1988. 522 p.

CARMO, P.I.O. **Proposta de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado de edificações**. Santa Maria: UFSM, 2000. 142 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria.

CASTRO, E.K. **Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado**. Brasília: UnB, 1994. 185 p. Dissertação de Mestrado em Estruturas. Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.

CEB – COMITÉ-INTERNATIONAL du BETON. **Durable concrete structures. Design guide**. Lausanne: Thomas Telford, 1992. 112 p.

CHEUNG, M.S.; KYLE, B.R. Service life prediction of concrete structures by reliability analysis. National Research Council, **Construction and Building Materials**. v.10, n.1, p.45–55, 1996.

CORLEY, W.G. Designing corrosion resistance into reinforced concrete. **Materials Selection & Design**. v.34, n.9, p.54–58, September, 1995.

CREMONINI, R.A. **Levantamento da incidência de manifestações patológicas em componentes da edificação**. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1., Florianópolis, 1988. Anais... Florianópolis: UFSC, 1988. p. 134 - 143.

DAL MOLIN, D.C.C. **Fissuras em concreto armado**. In: SEMINÁRIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS, Porto Alegre, 1988. Anais... Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1988. v.2, p.155-165.

_____. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRS, 1988. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DAL MOLIN, D.C.C.; CAMPAGNOLO, J.L. **Manutenção de marquises de concreto**. In: X SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, São Paulo, 1989. Editora Pini, 1989. v.1, p.129-140.

DELUCCHI, M.; BARBUCCI, A.; CERISOLA, G. Study of the physico-chemical properties of organic coatings for concrete degradation control. National Research Council, **Construction and Building Materials**. v.11, n.7-8, p.365–371, 1997.

EBERT, H.F. **As instalações físicas da universidade**. Rio de Janeiro: Editora Arte Moderna Ltda., 1974. 159 p.

ENGELUND, S.; SORENSEN, J.D. A probabilistic model for chloride-ingress and initiation of corrosion in reinforced concrete structures. Elsevier Science, **Structural Safety**, v.20, p.69–89, 1998.

FABER, M.H.; SORENSEN, J.D. Indicators for inspection and maintenance planning of concrete structures. Elsevier Science, **Structural Safety**, v.24, n.2-4, p.377–396, 2002.

FIGUEIREDO, E.P. **As técnicas eletroquímicas e o estudo da durabilidade do concreto armado**. In: WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES, 1., São Leopoldo, 1997. Anais...São Leopoldo: UNISINOS/ANTAC, 1997. p. 93 - 106.

FLAUZINO, W.D. Durabilidade de materiais e componentes das edificações. In: HELENE, P.R.L, UEMOTO, K.L, CINCOTTO, M.A, et al. **Tecnologia de edificações**. 1. ed. São Paulo: Editora Pini Ltda., 1988, p.79-84.

FORTES, L.R.; ANDRADE, J.C. **Corrosão na armadura do concreto armado**: influência dos agentes cloretos e da carbonatação. 2001. Disponível em: www.cesec.ufpr.br/~wtccnet/corrosão/t00051.html. Acesso em 5 de out. de 2001.

GREGER, M. **Corrosion of steel due to the carbonatation of concrete**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DURABILITY OF CONCRETE, Praga, 1969. Proceedings...Praga: RILEM, 1969. p.219-239.

HELENE, P.R.L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. São Paulo: USP, 1993. 231 p. Tese (Livre-Docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

_____. **Introdução à prevenção da corrosão das armaduras no projeto das estruturas de concreto – avanços e recuos**. In: SIMPÓSIO SOBRE DURABILIDADE DO CONCRETO, São Paulo, 1998. Anais...São Paulo: IBRACON/EPUSP, 1998. p.1-33.

_____. **Introdução da durabilidade no projeto das estruturas de concreto**. In: WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES, 1., São Leopoldo, 1997. Anais...São Leopoldo : UNISINOS/ANTAC, 1997. p.31-42.

_____. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Editora Pini Ltda., 2. ed. 1992. 213 p.

JOHN, V.M. **Corrosão de armadura de concreto**. 2001. Disponível em: www.imape.com.br/artelcio.htm. Acesso em 5 de out. de 2001.

JOHN, V.M.; CREMONINI, R.A. **Manutenção predial: uma visão sistemática**. In: X SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, São Paulo, 1989. Editora Pini, 1989. v.1, p.115-128.

JOSEPHSON, E.; HAMMARLUND, Y. **The causes and costs of defects in construction. A study of seven building projects**. In: AUTOMATION IN CONSTRUCTION, Gothenburg, 1999. v.8, p.681-687.

KLEIN, D.; GASTAL, F.; CAMPAGNOLO, J.L.; SILVA FILHO, L.C. **Critérios adotados na vistoria de obras de arte**. In: XXV JORNADAS SUL-AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, Porto Alegre, 1991. Anais... Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1991. v.5, p.185-196.

LIAM, K.C.; ROY, S.K.; NORTHWOOD, D.O. Chloride ingress measurements and corrosion potential mapping study of a 24-year-old reinforced concrete jetty structure in a tropical marine environment. **Magazine of Concrete Research**, v.44, n.160, p.205–215, September, 1992.

LONG, A.E.; HENDERSON, G.D.; MONTGOMERY, F.R. Why assess the properties of near-surface concrete? **Construction and Building Materials**, v.15, p.65–79, 2001.

LOPES, B.A.R. **Sistema de manutenção predial para grandes estoques de edifícios: estudo para inclusão do componente “estrutura de concreto”**. Brasília: UnB, 1998. 308 p. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.

LOPES, B.A.R. et al. **Sistema de manutenção para grandes estoques de edifícios**. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE PATOLOGÍA DE LAS CONSTRUCCIONES, 5.; CONGRESO DE CONTROL DE CALIDAD, 7. Montevideo, 1999. p.1897-1905.

LOPES, J.L.R. **Sistemas de manutenção predial: revisão teórica e estudo de caso adotado no Banco do Brasil**. Porto Alegre: UFRS, 1993. 128 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MAILVAGANAM, N.P. Concrete repair and rehabilitation: issues and trends. **The Indian Concrete Journal**, v.75, n.12, p.759–764, December, 2001.

MEHTA, P.K. **Durability of concrete – fifty years of progress?** In: COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE AVANÇOS NAS TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO E REPARO DE CONCRETOS EM MEIOS AGRESSIVOS, São Paulo, 1992. Anais... São Paulo: EPUSP, 1992.

MESA, J.A.M. **Organización de las labores de mantenimiento constructivo.** In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, 4.; CONGRESSO DE CONTROLE DE QUALIDADE, 6., Porto Alegre, 1997. p.357-363.

PEREZ, A.R. Manutenção dos edifícios. In: HELENE, P.R.L., UEMOTO, K.L., CINCOTTO, M.A., et al. **Tecnologia de edificações.** 1. ed. São Paulo: Editora Pini Ltda., 1988, p.611-614.

PRUDÊNCIO, W.J. **A durabilidade da construção é fator de custo.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Rio de Janeiro, 1995. Anais... Rio de Janeiro: ANTAC, 1995. p.655–660.

REDMOND, D.F. CHRISTER, A.H.; RIGDEN, S.R.; BURLEY, E.; ABU-TAIR, A. O. r. modelling of the deterioration and maintenance of concrete structures. **European Journal of Operational Research.** v.99, p.619–631, 1997.

ROSTAM, S. High performance concrete cover – why it is needed, and how to achieve it in practice. **Construction and Building Materials.** v.15, p.65–79, 2001.

SCHIESSL, P. Durability of reinforced concrete structures. **Construction and Building Materials.** v.10, n.5, p.289–292, 1996.

SEELEY, I. H. **Building maintenance.** London: McMillan, 1982. 363 p.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 2. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 120 p.

SILVA, M.A.C. **Avaliação de custo global em edifícios.** In: X SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, São Paulo, 1989. Editora Pini, 1989. v.1, p.101-113.

SITTER, W. **Interdependence between technical service life prediction.** In: CEB - RILEM 2nd. INT. WORKSHOP PREDICTION OF SERVICE LIFE OF CONCRETE STRUCTURE, Bolonia, October, 1986.

STEEL, F. **Expenditures for the operation and maintenance of buildings.** Ottawa: National Research Council of Canadá, 1985. 15 p.

TUUTTI, K. **Corrosion Steel in Concrete.** Stockolm, Swedish Cement and Concrete Research Institute, 1982. 469 p.

ZINGONI, A. Advances in damage detection, repair and rehabilitation of engineering structures. **Engineering Structures.** v.24, n.7, p.841–842, July, 2002.

ANEXOS

ANEXO A

PRIMEIRO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco C23
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

ANEXO A 1

PRIMEIRO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco C23
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Relatório Técnico de Vistoria e Relatório Técnico de Inspeção

RELATÓRIO TÉCNICO DE VISTORIA

Edifício: Bloco C23 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá – PR

Data da Vistoria: 18 a 20/03/2002 – Responsável Técnico: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Identificação	(Fr)	Dano estrutural	(Fi)	Observação
Pilar	P4	P	18-12-21	1-2-1	
Pilar	P12	P	18-4-21	1-2-2	
Pilar	P20	P	18-21	1-1	
Pilar	P28	P	18-21	1-1	
Pilar	P45	P	18-21-6-10	2-1-1-2	
Pilar	P47	P	18-12-8-21	1-2-2-2	
Pilar	P5	P	18-12-8-10-9-5	1-2-2-2-1-2	
Pilar	P21	P	18-21-4	2-1-2	
Pilar	P29	P	18-21-4	1-2-2	
Pilar	P48	P	18-8-12	2-2-2	
Pilar	P1	S	12	2	travamento de alvenaria
Pilar	P3	S	12-18	2-1	travamento de alvenaria
Pilar	P6	P	12-18-8	2-1-2	
Pilar	P7	P	20-8-12	2-3-2	
Pilar	P8	P	20-8-12	2-3-2	
Pilar	PA1	S	18	2	travamento de alvenaria
Pilar	P19	S	18	1	travamento de alvenaria
Pilar	P22	P	18-21	1-1	
Pilar	P23	P	18-20	1-1	
Pilar	P24	P	18-20	2-1	
Pilar	P30	P	18-21-4	1-1-2	
Pilar	P31	P	4-18	2-1	
Pilar	P32	P	18-20	1-1	
Pilar	P33	P	18-20-6-21	1-1-2-1	
Pilar	P37	P	18-4	2-2	
Pilar	P38	P	18	1	
Pilar	P49	P	8-12-10-9-5	2-2-2-1-1	
Pilar	P50	P	12-4-18	2-2-1	
Pilar	P51	P	20	1	
Pilar	P52	P	20	1	
Pilar	P9	P	12-8-10-21-9-5	2-2-2-1-1-1	
Pilar	P14	S	18	1	travamento de alvenaria
Pilar	P15	S	21-18	2-1	travamento de alvenaria
Pilar	P16	S	18-21	1-2	travamento de alvenaria
Pilar	P10	P	8-18-21	2-1-1	
Pilar	P17	S	21-18	2-1	travamento de alvenaria
Pilar	P18	S	21-18	3-1	travamento de alvenaria
Pilar	P11	P	8-18-21	2-1-1	
Pilar	P13	P	21-18	2-1	
Pilar	P25	P	18-21	2-1	
Pilar	P26	P	21-18	1-1	
Pilar	P27	P	8-18-21	2-1-2	
Pilar	P34	P	8-18-21	2-3-2	
Pilar	P35	P	21-18	1-1	
Pilar	P36	P	8-4-18-21	2-2-1-1	
Pilar	P40	S	18-21	2-1	
Pilar	P41	S	18-21	1-1	travamento de alvenaria
Pilar	P42	S	21-18	2-1	travamento de alvenaria
Pilar	P43	S	18-21	1-3	travamento de alvenaria
Pilar	P44	S	21-18	1-2	travamento de alvenaria
Pilar	P46	P	18-21-4	2-1-2	
Pilar	P53	P	18-8-10-9-5	1-1-2-1-1	
Pilar	P54	P	8-18-12	2-1-2	
Pilar	P55	P	18-21	2-2	
Pilar	PN1	P	6-10	2-2	
Pilar	PN2	P	21	1	
Pilar	PN3	P	6-21	2-1	
Pilar	PN4	P	21	1	
Viga	V103	S	21-6	1-1	piso pavimento térreo - veda a passagem entre dois pilares
Viga	V118	S	18-21-6	1-1-1	piso pavimento térreo - veda a passagem entre dois pilares
Viga	V101	P	18	1	piso pavimento térreo
Viga	V108	P	4	2	piso pavimento térreo

Viga	V111	P	4	2	piso pavimento térreo
Viga	V202	P	18	2	piso pavimento térreo
Viga	V204	P	4	3	piso pavimento térreo
Viga	V207	P	6	1	piso pavimento térreo
Viga	V101	P	8-12-6	1-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V102	P	12-6-9-18	2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V103	P	12-18-6-9-5	3-2-2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V103-A	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V105	P	18-9-6	2-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V106	P	18-6	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V107	P	18-6-9-1	2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V108	P	18	1	piso 2º. pavimento
Viga	V110	P	6	1	piso 2º. pavimento
Viga	V111-A	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V112	P	12-6-18-9	2-1-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V113	P	6-2-12-18-9-5	2-1-2-2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V201	P	12-18-2-6	2-1-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V202	P	6-18-1-12	2-2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V203	P	18-9-6	1-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V204	P	18-6	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V205	P	18-6	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V206	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V207	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V208	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V212	P	18-20	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V213	P	18-6-20	2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V214	P	18	1	piso 2º. pavimento
Viga	V215	P	18-9	1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V216	P	18-4-6	1-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V217	P	18-6	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V218	P	18	1	piso 2º. pavimento
Viga	V219	P	4-18-6	2-1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V220	P	18-6-21-4	1-1-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V221	P	18-4	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V222	P	18-2-6	2-3-2	piso 2º. pavimento
Viga	V101	P	12-18-6-2	2-1-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V102	P	12-6-18-21-2	3-2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V103	P	6-18-9	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V104	P	18-6-8	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V105	P	1-18-6	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V106	P	18-6-8	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V108	P	18	1	piso 3º. pavimento
Viga	V109	P	18	2	piso 3º. pavimento
Viga	V110	P	18-12-1-6-2	2-2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V111	P	2-12-18-6	1-2-2-1	piso 3º. pavimento
Viga	V201	P	16-2-18-6-10-12-4	2-2-2-2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V202	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V203	P	18-6-9	1-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V204	P	6-18-9	2-1-2	piso 3º. pavimento
Viga	V205	P	18-6-12	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V206	P	2-18-6	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V207	P	18-9-6-8	3-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V208	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V209	P	18	2	piso 3º. pavimento
Viga	V210	P	6-18	1-1	piso 3º. pavimento
Viga	V212	P	6-18-20	1-1-2	piso 3º. pavimento
Viga	V213	P	18-20-6	3-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V214	P	6-18	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V215	P	6-18	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V216	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V217	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V218	P	6-18	2-3	piso 3º. pavimento
Viga	V219	P	18-6	1-2	piso 3º. pavimento
Viga	V220	P	6-18	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V221	P	18-8-6-	1-1-1	piso 3º. pavimento
Viga	V222	P	6-18-21-12	2-2-2-1	piso 3º. pavimento
Viga	V223	P	2-6-12-16-18	2-2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V101	P	9-10-18-12-6-2-21	2-2-2-2-2-2-2	cobertura
Viga	V102	P	18-12-6-21	1-2-2-1	cobertura
Viga	V103	P	6-18-8	2-2-2	cobertura
Viga	V104	P	21-18-10-8-6	1-2-2-2-2	cobertura
Viga	V105	P	6-18-8-2	2-2-2-1	cobertura

Viga	V106	P	18-21-10-6-8	2-2-2-2-2	cobertura
Viga	V107	P	18	2	cobertura
Viga	V108	P	12-6-18-21	2-2-1-1	cobertura
Viga	V109	P	4-12-6-18-8	2-2-2-2-2	cobertura
Viga	V201	P	2-18-12-6-8	2-3-2-2-2	cobertura
Viga	V202	P	18-6-4	3-2-2	cobertura
Viga	V203	P	18-6	2-2	cobertura
Viga	V204	P	6-18	2-2	cobertura
Viga	V205	P	18-6-8	1-2-2	cobertura
Viga	V206	P	18-6	1-1	cobertura
Viga	V207	P	18-6	2-2	cobertura
Viga	V208	P	18-9-6	2-3-1	cobertura
Viga	V209	P	18-21	1-1	cobertura
Viga	V210	P	6-18	1-1	cobertura
Viga	V211	P	18-6-10	2-2-2	cobertura
Viga	V212	P	18-20-4-6	1-2-2-2	cobertura
Viga	V213	P	18-20-6-8-9	2-2-2-2-3	cobertura
Viga	V214	P	6-18-8	2-2-2	cobertura
Viga	V215	P	6-18	2-2	cobertura
Viga	V216	P	18-8-6	2-2-2	cobertura
Viga	V217	P	6-18	2-2	cobertura
Viga	V218	P	18-6-8	2-2-2	cobertura
Viga	V219	P	18-6-8	2-1-2	cobertura
Viga	V220	P	6-18	2-2	cobertura
Viga	V221	P	18-6	2-2	cobertura
Viga	V222	P	6-18	2-2	cobertura
Viga	V223	P	18-2-12-16-6	3-2-2-2-2	cobertura
Viga	V101	P	12-6	2-2	casa de máquina
Viga	V102	P	12-6	2-2	casa de máquina
Viga	V103	P	12-6	2-2	casa de máquina
Viga	V104	P	12-6	2-2	casa de máquina
Viga	V105	P	9-18	2-2	casa de máquina
Laje	L1	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L2	P	16-10-6-2-18	2-2-1-1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L3	P	18-6-10-12	1-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L4	P	18-6-10	1-1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L5	P	2-6-10-12-18	1-1-2-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L6	P	2-6-10-12-18	2-1-2-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L9	P	6-2-9-10-18	2-1-2-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L10	P	18-6	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L11	P	18-6-2	1-1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L12	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L13	P	18-6	1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L14	P	4-2-6-10-16-18	3-2-1-2-1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L15	P	18-6	1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L16	P	2-18-6	1-1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L17	P	18-6-12-20	1-3-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L18	P	18-6-20	1-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L19	P	18-6	1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L20	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L21	P	18-6-4	1-1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L22	P	6-18-12-16	1-1-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L23	P	2-6-10-12-16-18	1-1-2-2-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L24	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L25	P	2-6-12-18	1-1-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L26	P	12-6-2-18	2-1-1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L27	P	2-6-12-18	1-1-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L28	P	6-9-18	1-3-1	piso 2º. pavimento
Laje	L29	P	18	1	piso 2º. pavimento
Laje	L30	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L31	P	18-6	1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L32	P	18-6	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L33	P	18-6	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L34	P	18-6	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L35	P	4-16-10-9-18-6	2-2-2-2-1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L31-A	P	18-6	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L32-A	P	18-6	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L33-A	P	18-6	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L34-A	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L10-A	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L11-A	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L12-A	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento

Laje	L13-A	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L1	P	6-18-12	2-1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L2	P	2-6-18	1-3-1	piso 3º. pavimento
Laje	L3	P	6-18-10	3-1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L4	P	2-6-10-18	1-2-2-1	piso 3º. pavimento
Laje	L5	P	2-6-10-18-9	1-2-2-1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L6	P	18-6	1-1	piso 3º. pavimento
Laje	L7	P	18-6	1-1	piso 3º. pavimento
Laje	L8	P	18-6-10	2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L9	P	6-18-10	2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L10	P	6-18-4	2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L11	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L12	P	18-6	1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L13	P	12-6-2-18	2-2-2-1	piso 3º. pavimento
Laje	L14	P	2-6-12-16-9-18	2-1-2-2-2-1	piso 3º. pavimento
Laje	L15	P	6-18-12	2-1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L16	P	6-2-10-9-18	2-2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L17	P	10-2-18-6	2-1-1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L18	P	6-18-20	1-1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L19	P	6-18-20	1-1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L20	P	18-6	1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L21	P	18-6	1-1	piso 3º. pavimento
Laje	L22	P	6-18	2-1	piso 3º. pavimento
Laje	L23	P	2-9-6-18	1-2-2-1	piso 3º. pavimento
Laje	L24	P	6-18-9-10	3-1-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L25	P	10-6-18-2-9-	2-3-1-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L26	P	18-2-6-10-16	1-2-3-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L27	P	4-18-6-10-2-16	2-1-2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L28	P	18	1	piso 3º. pavimento
Laje	L30	P	18-6-2	1-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L31	P	18-6-2	2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L32	P	18-6-10	2-3-2	piso 3º. pavimento
Laje	L33	P	4-18-6	3-1-3	piso 3º. pavimento
Laje	L34	P	18-6-4	1-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L35	P	6-18-4-10	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L36	P	2-6-12-18	2-1-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L1	P	2-6-10-12-16-18	2-2-2-2-1-1	cobertura
Laje	L2	P	2-6-10-18	3-2-2-2	cobertura
Laje	L3	P	2-6-10-18	3-2-2-1	cobertura
Laje	L4	P	18-6-10	1-2-2	cobertura
Laje	L5	P	4-6-10-2-18	2-2-2-2-1	cobertura
Laje	L6	P	18-6-9	2-1-2	cobertura
Laje	L7	P	18-6-4	1-1-2	cobertura
Laje	L8	P	18-6-16	1-2-2	cobertura
Laje	L9	P	18-6	2-2	cobertura
Laje	L10	P	6-18	1-1	cobertura
Laje	L11	P	18-6	1-1	cobertura
Laje	L12	P	18-6	2-2	cobertura
Laje	L13	P	18-6-10-16	2-2-2-2	cobertura
Laje	L14	P	18-2-12-4-6	1-2-2-2-2	cobertura
Laje	L15	P	18-2-6-10-16	1-2-2-2-1	cobertura
Laje	L16	P	2-6-18-10-16	2-2-1-2-2	cobertura
Laje	L17	P	18-6-2-10-16	1-2-2-2-1	cobertura
Laje	L18	P	6-18	1-1	cobertura
Laje	L19	P	6-18	1-1	cobertura
Laje	L20	P	18	1	cobertura
Laje	L21	P	6-18	1-1	cobertura
Laje	L22	P	2-18-10	2-1-2	cobertura
Laje	L23	P	2-18-10-6-12	2-1-2-2-2	cobertura
Laje	L24	P	18-2-6-10	1-3-2-2	cobertura
Laje	L25	P	2-6-10-18	2-2-2-1	cobertura
Laje	L26	P	18-2-6-10	1-2-2-2	cobertura
Laje	L27	P	18-2-10-6	1-2-2-2	cobertura
Laje	L28	P	18	1	cobertura
Laje	L29	P	18	1	cobertura
Laje	L30	P	18	1	cobertura
Laje	L31	P	18	2	cobertura
Laje	L32	P	2-6-18	2-2-1	cobertura
Laje	L33	P	18-6	2-2	cobertura
Laje	L34	P	18-6	1-1	cobertura
Laje	L35	P	18-6	1-1	cobertura
Laje	L36	P	18-6	1-2	cobertura

Laje	L37	P	18-2-6-12	1-2-2-2	cobertura
Laje	L1	P	18-16-9-10	2-3-2-2	casa de máquina
Laje	L2	P	18-16-10	2-3-2	casa de máquina
Escada	LE1	P	18	1	escada central
Escada	PE1	P	18	1	escada central
Escada	LE2	P	18	1	escada central
Escada	VE1	P	18	2	escada central
Escada	LE3	P	18	1	escada central
Escada	PE2	P	18-6-4	1-1-2	escada central
Escada	LE4	P	18	1	escada central
Escada	VE2	P	6-18	1-1	escada central
Escada	LE5	P	18	1	escada central
Escada	LE6	P	18	1	escada central
Escada	VE3	P	6-18	1-1	escada central

RELATÓRIO TÉCNICO DE INSPEÇÃO

Edifício: Bloco C23 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Inspeção: 14/05 a 16/05/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Identificação	Área nº. 1: Pilar P5								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	15,60	19,20	15,60	17,50	27,40	27,00	20,38	5,45	26,74
Carbonatação (mm)	19,90	22,00	12,40	12,30	22,10	21,00	19,45	3,63	18,66
Cloretos (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Exposição (mm)	-4,30	-2,80	3,20	-1,80	5,30	6,00	0,93	4,44	477,42
Potencial de Corrosão (V)	-0,352	-0,395	-0,333	-0,229	-0,309	-0,270	-0,315	0,059	18,73

Identificação	Área nº. 2: Pilar P9								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	32,30	24,70	36,30	21,90	18,50	23,10	26,13	6,77	25,91
Carbonatação (mm)	17,60	11,80	14,00	14,50	9,90	16,40	14,03	2,85	20,31
Cloretos (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Exposição (mm)	14,70	12,90	22,30	7,40	8,60	6,70	12,10	5,92	48,93
Potencial de Corrosão (V)	-0,188	-0,088	-0,076	-0,102	-0,436	-0,242	-0,189	0,137	72,49

Identificação	Área nº. 3: Pilar P49								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)	28,80	21,20	26,00	12,30	30,70	6,00	20,83	9,80	47,05
Cobrimento (mm)	21,00	36,60	26,30	22,60	17,30	16,80	23,43	7,35	31,37
Carbonatação (mm)	8,30	11,30	9,20	15,50	10,90	0,0	9,20	5,15	55,98
Cloretos (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Exposição (mm)	12,70	25,30	17,10	7,10	6,40	16,80	14,23	7,10	49,89
Potencial de Corrosão (V)	-0,314	-0,102	-0,118	-0,256	-0,420	-0,513	-0,287	0,163	56,79

Identificação	Área nº. 4: Pilar P53								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	9,90	19,10	16,30	24,50	20,20	36,30	21,05	8,90	42,28
Carbonatação (mm)	7,60	11,80	16,30	19,50	14,40	14,60	14,03	4,05	28,87
Cloretos (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Exposição (mm)	2,30	7,30	0,00	5,00	5,80	21,70	7,02	7,65	108,97
Potencial de Corrosão (V)	-0,301	-0,232	-0,339	-0,177	-0,243	-0,295	-0,265	0,058	21,89

Identificação	Área nº. 5: Viga 103								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	19,60	20,20	16,10	6,90	16,20	12,30	15,22	4,97	32,65
Carbonatação (mm)	19,60	20,20	23,90	19,40	21,50	21,10	20,95	1,66	7,92
Cloretos (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Exposição (mm)	0,0	0,0	-7,80	-12,50	-5,30	-8,80	-5,73	5,01	87,43
Potencial de Corrosão (V)	-0,168	-0,208	-0,230	-0,242	-0,172	-0,213	-0,206	0,030	14,56

Identificação	Área nº. 6: Viga 113								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	12,40	16,90	22,30	11,70	12,60	12,00	14,65	4,21	28,74
Carbonatação (mm)	13,60	18,60	24,90	19,70	24,20	19,20	20,03	4,13	20,62
Cloretos (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Exposição (mm)	-1,20	-1,70	-2,60	-8,00	-11,60	-7,20	-5,38	4,19	77,88
Potencial de Corrosão (V)	-0,282	-0,221	-0,212	-0,218	-0,187	-0,263	-0,231	0,035	15,15

Valores gerais da inspeção

Dados pesquisados	Média	Desvio padrão (s)	Coeficiente de variação (Cv) em %
Cobrimento (mm)	20,14	7,30	36,25
Carbonatação (mm)	16,28	5,50	33,78
Exposição (mm)	3,86	9,65	250,00
Potencial de Corrosão (V)	-0,249	0,099	39,76

Nota: Os valores em negrito, constantes das áreas de 1 a 6, foram os considerados para efeito de introdução no relatório técnico de vistoria do dano estrutural (D) e de seu respectivo fator de intensidade (Fi), pois foram os mais elevados e prejudiciais.

ANEXO A 2

PRIMEIRO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco C23
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Planilhas de Cálculo

FORMULÁRIO PARA O CÁLCULO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DO ELEMENTO (Gde)

Edifício: Bloco C23 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 18 a 20/03/2002 – Responsável Técnico: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Relevância estrutural	Identificação	Dano estrutural	Fator de intensidade (Fi)	Fator de ponderação (Fp)	Grau do dano (D)	Grau de deterioração (Gde)	Nível de deterioração
Pilar	P	P4	18	1	8	3,2	6,57	Baixo
			12	2	5	4,0		
			21	1	10	4,0		
Pilar	P	P12	18	1	8	3,2	12,36	Baixo
			4	2	8	6,4		
			21	2	10	8,0		
Pilar	P	P20	18	1	8	3,2	5,78	Baixo
			21	1	10	4,0		
Pilar	P	P28	18	1	8	3,2	5,78	Baixo
			21	1	10	4,0		
Pilar	P	P45	18	2	8	6,4	10,75	Baixo
			21	1	10	4,0		
			6	1	10	4,0		
			10	2	7	5,6		
Pilar	P	P47	18	1	8	3,2	13,14	Baixo
			12	2	5	4,0		
			8	2	9	7,2		
			21	2	10	8,0		
Pilar	P	P5	18	1	8	3,6	12,57	Baixo
			12	2	5	4,0		
			8	2	9	7,2		
			10	2	7	5,6		
			9	1	6	2,4		
			5	2	7	5,6		
Pilar	P	P21	18	2	8	6,4	10,36	Baixo
			21	1	10	4,0		
			4	2	8	6,4		
Pilar	P	P29	18	1	8	3,2	12,36	Baixo
			21	2	10	8,0		
			4	2	8	6,4		
Pilar	P	P48	18	2	8	6,4	11,45	Baixo
			8	2	9	7,2		
			12	2	5	4,0		
Pilar	S	P1	12	2	5	4,0	4,00	Baixo
Pilar	S	P3	12	2	5	4,0	5,78	Baixo
			18	1	8	3,2		
Pilar	P	P6	12	2	5	4,0	10,80	Baixo
			18	1	8	3,2		
			8	2	9	7,2		
Pilar	P	P7	20	2	10	8,0	45,00	Médio
			8	3	9	36,0		
			12	2	5	4,0		

Pilar	P	P8	20 8 12	2 3 2	10 9 5	8,0 36,0 4,0	45,00	Médio
Pilar	S	PA1	18	2	8	6,4	6,40	Baixo
Pilar	S	P19	18	1	8	3,2	3,20	Baixo
Pilar	P	P22	18 21	1 1	8 10	3,2 4,0	5,78	Baixo
Pilar	P	P23	18 20	1 1	8 10	3,2 4,0	5,78	Baixo
Pilar	P	P24	18 20	2 1	8 10	6,4 4,0	8,86	Baixo
Pilar	P	P30	18 21 4	1 1 2	8 10 8	3,2 4,0 6,4	9,79	Baixo
Pilar	P	P31	4 18	2 1	8 8	6,4 3,2	8,53	Baixo
Pilar	P	P32	18 20	1 1	8 10	3,2 4,0	5,78	Baixo
Pilar	P	P33	18 20 6 21	1 1 2 1	8 10 10 10	3,2 4,0 8,0 4,0	12,67	Baixo
Pilar	P	P37	18 4	2 2	8 8	6,4 6,4	9,60	Baixo
Pilar	P	P38	18	1	8	3,2	3,20	Baixo
Pilar	P	P49	8 12 10 9 5	2 2 2 1 1	9 5 7 6 7	7,2 4,0 5,6 2,4 2,8	12,04	Baixo
Pilar	P	P50	12 4 18	2 2 1	5 8 8	4,0 6,4 3,2	9,79	Baixo
Pilar	P	P51	20	1	10	4,0	4,00	Baixo
Pilar	P	P52	20	1	10	4,0	4,00	Baixo
Pilar	P	P9	12 8 10 21 9 5	2 2 2 1 1 1	5 9 7 10 6 7	4,0 7,2 5,6 4,0 2,4 2,8	12,41	Baixo
Pilar	S	P14	18	1	8	3,2	3,20	Baixo
Pilar	S	P15	21 18	2 1	10 8	8,0 3,2	10,29	Baixo
Pilar	S	P16	18 21	1 2	8 10	3,2 8,0	10,29	Baixo
Pilar	P	P10	8 18 21	2 1 1	9 8 10	7,2 3,2 4,0	10,80	Baixo

Pilar	S	P17	21 18	2 1	10 8	8,0 3,2	10,29	Baixo
Pilar	S	P18	21 18	3 1	10 8	40,0 3,2	42,96	Médio
Pilar	P	P11	8 18 21	2 1 1	9 8 10	7,2 3,2 4,0	10,80	Baixo
Pilar	P	P13	21 18	2 1	10 8	8,0 3,2	10,29	Baixo
Pilar	P	P25	18 21	2 1	8 10	6,4 4,0	8,86	Baixo
Pilar	P	P26	21 18	1 1	10 8	4,0 3,2	5,78	Baixo
Pilar	P	P27	8 18 21	2 1 2	9 8 10	7,2 3,2 8,0	12,52	Baixo
Pilar	P	P34	8 18 21	2 3 2	9 8 10	7,2 32,0 8,0	42,30	Médio
Pilar	P	P35	21 18	1 1	10 8	4,0 3,2	5,78	Baixo
Pilar	P	P36	8 4 18 21	2 2 1 1	9 8 8 10	7,2 6,4 3,2 4,0	11,91	Baixo
Pilar	S	P40	18 21	2 1	8 10	6,4 4,0	8,86	Baixo
Pilar	S	P41	18 21	1 1	8 10	3,2 4,0	5,78	Baixo
Pilar	S	P42	21 18	2 1	10 8	8,0 3,2	10,29	Baixo
Pilar	S	P43	18 21	1 3	8 10	3,2 40,0	42,96	Médio
Pilar	S	P44	21 18	1 2	10 8	4,0 6,4	8,86	Baixo
Pilar	P	P46	18 21 4	2 1 2	8 10 8	6,4 4,0 6,4	10,36	Baixo
Pilar	P	P53	18 8 10 9 5	1 1 2 1 1	8 9 7 6 7	3,2 3,6 5,6 2,4 2,8	9,42	Baixo
Pilar	P	P54	8 18 12	2 1 2	9 8 5	7,2 3,2 4,0	10,80	Baixo
Pilar	P	P55	18 21	2 2	8 10	6,4 8,0	11,56	Baixo

Pilar	P	PN1	6 10	2 2	10 7	8,0 5,6	11,29	baixo
Pilar	P	PN2	21	1	10	4,0	4,00	Baixo
Pilar	P	PN3	6 21	2 1	10 10	8,0 4,0	10,67	Baixo
Pilar	P	PN4	21	1	10	4,0	4,00	Baixo
Viga	S	V103	21 6	1 1	8 10	3,2 4,0	5,78	Baixo
Viga	S	V118	18 21 6	1 1 1	8 8 10	3,2 3,2 4,0	6,46	Baixo
Viga	P	V101	18	1	8	3,2	3,20	Baixo
Viga	P	V108	4	2	8	6,4	6,40	Baixo
Viga	P	V111	4	2	8	6,4	6,40	Baixo
Viga	P	V202	18	2	8	6,4	6,40	Baixo
Viga	P	V204	4	3	8	32,0	32,00	Médio
Viga	P	V207	6	1	10	4,0	4,00	Baixo
Viga	P	V101	8 12 6	1 2 1	7 5 10	2,8 4,0 4,0	6,52	Baixo
Viga	P	V102	12 6 9 18	2 2 2 2	5 10 6 8	4,0 8,0 4,8 6,4	13,24	Baixo
Viga	P	V103	12 18 6 9 5	3 2 2 1 2	5 8 10 6 7	20,0 6,4 8,0 2,4 5,6	30,57	Médio
Viga	P	V103-A	6 18	1 1	10 8	4,0 3,2	5,78	Baixo
Viga	P	V105	18 9 6	2 2 1	8 6 10	6,4 4,8 4,0	10,11	Baixo
Viga	P	V106	18 6	2 2	8 10	6,4 8,0	11,56	Baixo
Viga	P	V107	18 6 9 1	2 2 2 2	8 10 6 4	6,4 8,0 4,8 3,2	13,14	Baixo
Viga	P	V108	18	1	8	3,2	3,20	Baixo
Viga	P	V110	6	1	10	4,0	4,00	Baixo
Viga	P	V111-A	6 18	1 1	10 8	4,0 3,2	5,78	Baixo
Viga	P	V112	12 6 18 9	2 1 1 2	5 10 8 6	4,0 4,0 3,2 4,8	8,16	Baixo

Viga	P	V113	6	2	10	8,0	13,75	Baixo
			2	1	5	2,0		
			12	2	5	4,0		
			18	2	8	6,4		
			9	1	6	2,4		
			5	2	7	5,6		
Viga	P	V201	12	2	5	4,0	12,67	Baixo
			18	1	8	3,2		
			2	2	5	4,0		
			6	2	10	8,0		
Viga	P	V202	6	2	10	8,0	12,80	Baixo
			18	2	8	6,4		
			1	1	4	1,6		
			12	2	5	4,0		
Viga	P	V203	18	1	8	3,2	7,68	Baixo
			9	2	6	4,8		
			6	1	10	4,0		
Viga	P	V204	18	1	8	3,2	5,78	Baixo
			6	1	10	4,0		
Viga	P	V205	18	2	8	6,4	11,56	Baixo
			6	2	10	8,0		
Viga	P	V206	6	2	10	8,0	10,29	Baixo
			18	1	8	3,2		
Viga	P	V207	6	1	10	4,0	5,78	Baixo
			18	1	8	3,2		
Viga	P	V208	6	1	10	4,0	5,78	Baixo
			18	1	8	3,2		
Viga	P	V212	18	2	8	6,4	9,60	Baixo
			20	2	8	6,4		
Viga	P	V213	18	2	8	6,4	10,36	Baixo
			6	1	10	4,0		
			20	2	8	6,4		
Viga	P	V214	18	1	8	3,2	3,20	Baixo
Viga	P	V215	18	1	8	3,2	6,72	Baixo
			9	2	6	4,8		
Viga	P	V216	18	1	8	3,2	9,79	Baixo
			4	2	8	6,4		
			6	1	10	4,0		
Viga	P	V217	18	1	8	3,2	5,78	Baixo
			6	1	10	4,0		
Viga	P	V218	18	1	8	3,2	3,20	Baixo
Viga	P	V219	4	2	8	6,4	9,79	Baixo
			18	1	8	3,2		
			6	1	10	4,0		
Viga	P	V220	18	1	8	3,2	10,36	Baixo
			6	1	10	4,0		
			21	1	8	3,2		
			4	2	8	6,4		
Viga	P	V221	18	2	8	6,4	9,60	Baixo
			4	2	8	6,4		
Viga	P	V222	18	2	8	6,4	28,37	Médio
			2	3	5	20,0		
			6	2	10	8,0		
Viga	P	V101	12	2	5	4,0	12,67	Baixo
			18	1	8	3,2		
			6	2	10	8,0		
			2	2	5	4,0		
Viga	P	V102	12	3	5	20,0	31,07	Médio
			6	2	10	8,0		
			18	2	8	6,4		
			21	2	8	6,4		
			2	2	5	4,0		
			2	2	5	4,0		

Viga	P	V103	6 18 9	2 2 2	10 8 6	8,0 6,4 4,8	12,67	Baixo
Viga	P	V104	18 6 8	2 2 2	8 10 7	6,4 8,0 5,6	12,80	Baixo
Viga	P	V105	1 18 6	2 2 2	4 8 10	3,2 6,4 8,0	12,36	Baixo
Viga	P	V106	18 6 8	2 2 2	8 10 7	6,4 8,0 5,6	12,80	Baixo
Viga	P	V108	18	1	8	3,2	3,20	Baixo
Viga	P	V109	18	2	8	6,4	6,40	Baixo
Viga	P	V110	18 12 1 6 2	2 2 2 2 2	8 5 4 10 5	6,4 4,0 3,2 8,0 4,0	13,50	Baixo
Viga	P	V111	2 12 18 6	1 2 2 1	5 5 8 10	2,0 4,0 6,4 4,0	10,30	Baixo
Viga	P	V201	16 2 18 6 10 12 4	2 2 2 2 2 2 2	6 5 8 10 7 5 8	4,8 4,0 6,4 8,0 5,6 4,0 6,4	14,37	Baixo
Viga	P	V202	18 6	2 2	8 10	6,4 8,0	11,56	Baixo
Viga	P	V203	18 6 9	1 2 2	8 10 6	3,2 8,0 4,8	12,00	Baixo
Viga	P	V204	6 18 9	2 1 2	10 8 6	8,0 3,2 4,8	12,00	Baixo
Viga	P	V205	18 6 12	2 2 2	8 10 5	6,4 8,0 4,0	12,58	Baixo
Viga	P	V206	2 18 6	2 2 2	5 8 10	4,0 6,4 8,0	12,58	Baixo
Viga	P	V207	18 9 6 8	3 2 2 2	8 6 10 7	32,0 4,8 8,0 5,6	43,68	Médio
Viga	P	V208	18 6	2 2	8 10	6,4 8,0	11,56	Baixo
Viga	P	V209	18	2	8	6,4	6,40	Baixo
Viga	P	V210	6 18	1 1	10 8	4,0 3,2	5,78	Baixo
Viga	P	V212	6 18 20	1 1 2	10 8 8	4,0 3,2 6,4	9,79	Baixo
Viga	P	V213	18 20 6	3 2 2	8 8 10	32,0 6,4 8,0	41,93	Médio
Viga	P	V214	6 18	2 2	10 8	8,0 6,4	11,56	Baixo
Viga	P	V215	6 18	2 2	10 8	8,0 6,4	11,56	Baixo
Viga	P	V216	18 6	2 2	8 10	6,4 8,0	11,56	Baixo
Viga	P	V217	18 6	2 2	8 10	6,4 8,0	11,56	Baixo
Viga	P	V218	6 18	2 3	10 8	8,0 32,0	38,40	Médio
Viga	P	V219	18 6	1 2	8 10	3,2 8,0	10,29	Baixo
Viga	P	V220	6 18	2 2	10 8	8,0 6,4	11,56	Baixo

Viga	P	V221	18 8 6	1 1 1	8 7 10	3,2 2,8 4,0	6,40	Baixo
Viga	P	V222	6 18 21 12	2 2 2 1	10 8 8 5	8,0 6,4 6,4 2,0	13,19	Baixo
Viga	P	V223	2 6 12 16 18	2 2 2 2 2	5 10 5 6 8	4,0 8,0 4,0 4,8 6,4	13,65	Baixo
Viga	P	V101	9 10 18 12 6 2 21	2 2 2 2 2 2 2	6 7 8 5 10 5 8	4,8 5,6 6,4 4,0 8,0 4,0 6,4	14,37	Baixo
Viga	P	V102	18 12 6 21	1 2 2 1	8 5 10 8	3,2 4,0 8,0 3,2	12,52	Baixo
Viga	P	V103	6 18 8	2 2 2	10 8 7	8,0 6,4 5,6	12,80	Baixo
Viga	P	V104	21 18 10 8 6	1 2 2 2 2	8 8 7 7 10	3,2 6,4 5,6 5,6 8,0	13,78	Baixo
Viga	P	V105	6 18 8 2	2 2 2 1	10 8 7 5	8,0 6,4 5,6 2,0	13,09	Baixo
Viga	P	V106	18 21 10 6 8	2 2 2 2 2	8 8 7 10 7	6,4 6,4 5,6 8,0 5,6	14,00	Baixo
Viga	P	V107	18	2	8	6,4	6,40	Baixo
Viga	P	V108	12 6 18 21	2 2 1 1	5 10 8 8	4,0 8,0 3,2 3,2	12,52	Baixo
Viga	P	V109	4 12 6 18 8	2 2 2 2 2	8 5 10 8 7	6,4 4,0 8,0 6,4 5,6	13,89	Baixo
Viga	P	V201	2 18 12 6 8	2 3 2 2 2	5 8 5 10 7	4,0 32,0 4,0 8,0 5,6	44,90	Médio
Viga	P	V202	18 6 4	3 2 2	8 10 8	32,0 8,0 6,4	41,93	Médio
Viga	P	V203	18 6	2 2	8 10	6,4 8,0	11,56	Baixo
Viga	P	V204	6 18	2 2	10 8	8,0 6,4	11,56	Baixo
Viga	P	V205	18 6 8	1 2 2	8 10 7	3,2 8,0 5,6	12,19	Baixo
Viga	P	V206	18 6	1 1	8 10	3,2 4,0	5,78	Baixo
Viga	P	V207	18 6	2 2	8 10	6,4 8,0	11,56	Baixo
Viga	P	V208	18 9 6	2 3 1	8 6 10	6,4 24,0 4,0	31,26	Médio
Viga	P	V209	18 21	1 1	8 8	3,2 3,2	4,80	Baixo

Viga	P	V210	6 18	1 1	10 8	4,0 3,2	5,78	Baixo
Viga	P	V211	18 6 10	2 2 2	8 10 7	6,4 8,0 5,6	12,80	Baixo
Viga	P	V212	18 20 4 6	1 2 2 2	8 8 8 10	3,2 6,4 6,4 8,0	13,33	Baixo
Viga	P	V213	18 20 6 8 9	2 2 2 2 3	8 8 10 7 6	6,4 6,4 8,0 5,6 24,0	36,57	Médio
Viga	P	V214	6 18 8	2 2 2	10 8 7	8,0 6,4 5,6	12,80	Baixo
Viga	P	V215	6 18	2 2	10 8	8,0 6,4	11,56	Baixo
Viga	P	V216	18 8 6	2 2 2	8 7 10	6,4 5,6 8,0	12,80	Baixo
Viga	P	V217	6 18	2 2	10 8	8,0 6,4	11,56	Baixo
Viga	P	V218	18 6 8	2 2 2	8 10 7	6,4 8,0 5,6	12,80	Baixo
Viga	P	V219	18 6 8	2 1 2	8 10 7	6,4 4,0 5,6	10,24	Baixo
Viga	P	V220	6 18	2 2	10 8	8,0 6,4	11,56	Baixo
Viga	P	V221	18 6	2 2	8 10	6,4 8,0	11,56	Baixo
Viga	P	V222	6 18	2 2	10 8	8,0 6,4	11,56	Baixo
Viga	P	V223	18 2 12 16 6	3 2 2 2 2	8 5 5 6 10	32,0 4,0 4,0 4,8 8,0	44,61	Médio
Viga	P	V101	12 6	2 2	5 10	4,0 8,0	10,67	Baixo
Viga	P	V102	12 6	2 2	5 10	4,0 8,0	10,67	Baixo
Viga	P	V103	12 6	2 2	5 10	4,0 8,0	10,67	Baixo
Viga	P	V104	12 6	2 2	5 10	4,0 8,0	10,67	Baixo
Viga	P	V105	9 18	2 2	6 8	4,8 6,4	9,14	Baixo
Laje	P	L1	6 18	2 1	10 7	8,0 2,8	10,07	Baixo
Laje	P	L2	16 10 6 2 18	2 2 1 1 1	6 7 10 3 7	4,8 5,6 4,0 1,2 2,8	9,50	Baixo
Laje	P	L3	18 6 10 12	1 2 2 2	7 10 7 5	2,8 8,0 5,6 4,0	12,86	Baixo
Laje	P	L4	18 6 10	1 1 2	7 10 7	2,8 4,0 5,6	8,67	Baixo
Laje	P	L5	2 6 10 12 18	1 1 2 2 1	3 10 7 5 7	1,2 4,0 5,6 4,0 2,8	9,42	Baixo

Laje	P	L6	2 6 10 12 18	2 1 2 2 1	3 10 7 5 7	2,4 4,0 5,6 4,0 2,8	9,53	Baixo
Laje	P	L9	6 2 9 10 18	2 1 2 2 1	10 3 6 7 7	8,0 1,2 4,8 5,6 2,8	13,14	Baixo
Laje	P	L10	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L11	18 6 2	1 1 1	7 10 3	2,8 4,0 1,2	6,00	Baixo
Laje	P	L12	6 18	1 1	10 7	4,0 2,8	5,65	Baixo
Laje	P	L13	18 6	1 2	7 10	2,8 8,0	10,07	Baixo
Laje	P	L14	4 2 6 10 16 18	3 2 1 2 1 1	8 3 10 7 6 7	32,0 2,4 4,0 5,6 2,4 2,8	43,19	Médio
Laje	P	L15	18 6	1 2	7 10	2,8 8,0	10,07	Baixo
Laje	P	L16	2 18 6	1 1 1	3 7 10	1,2 2,8 4,0	6,00	Baixo
Laje	P	L17	18 6 12 20	1 3 2 2	7 10 5 6	2,8 40,0 4,0 4,8	48,99	Médio
Laje	P	L18	18 6 20	1 2 2	7 10 6	2,8 8,0 4,8	11,90	Baixo
Laje	P	L19	18 6	1 2	7 10	2,8 8,0	10,07	Baixo
Laje	P	L20	6 18	2 1	10 7	8,0 2,8	10,07	Baixo
Laje	P	L21	18 6 4	1 1 2	7 10 8	2,8 4,0 6,4	9,70	Baixo
Laje	P	L22	6 18 12 16	1 1 2 2	10 7 5 6	4,0 2,8 4,0 4,8	8,12	Baixo
Laje	P	L23	2 6 10 12 16 18	1 1 2 2 2 1	3 10 7 5 6 7	1,2 4,0 5,6 4,0 4,8 2,8	9,80	Baixo
Laje	P	L24	6 18	1 1	10 7	4,0 2,8	5,65	Baixo
Laje	P	L25	2 6 12 18	1 1 2 1	3 10 5 7	1,2 4,0 4,0 2,8	6,67	Baixo
Laje	P	L26	12 6 2 18	2 1 1 1	5 10 3 7	4,0 4,0 1,2 2,8	6,67	Baixo
Laje	P	L27	2 6 12 18	1 1 2 2	3 10 5 7	1,2 4,0 4,0 5,6	9,08	Baixo
Laje	P	L28	6 9 18	1 3 1	10 6 7	4,0 24,0 2,8	29,30	Médio
Laje	P	L29	18	1	7	2,8	2,8	Baixo
Laje	P	L30	6 18	2 1	10 7	8,0 2,8	10,07	Baixo

Laje	P	L31	18 6	1 2	7 10	2,8 8,0	10,07	Baixo
Laje	P	L32	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L33	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L34	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L35	4 16 10 9 18 6	2 2 2 2 1 2	8 6 7 6 7 10	6,4 4,8 5,6 4,8 2,8 8,0	14,02	Baixo
Laje	P	L31-A	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L32-A	18 6	2 1	7 10	5,6 4,0	7,93	Baixo
Laje	P	L33-A	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L34-A	6 18	2 1	10 7	8,0 2,8	10,07	Baixo
Laje	P	L10-A	6 18	1 1	10 7	4,0 2,8	5,65	Baixo
Laje	P	L11-A	6 18	1 1	10 7	4,0 2,8	5,65	Baixo
Laje	P	L12-A	6 18	1 1	10 7	4,0 2,8	5,65	Baixo
Laje	P	L13-A	6 18	2 1	10 7	8,0 2,8	10,07	Baixo
Laje	P	L1	6 18 12	2 1 2	10 7 5	8,0 2,8 4,0	11,68	Baixo
Laje	P	L2	2 6 18	1 3 1	3 10 7	1,2 40,0 2,8	43,64	Médio
Laje	P	L3	6 18 10	3 1 2	10 7 7	40,0 2,8 5,6	46,94	Médio
Laje	P	L4	2 6 10 18	1 2 2 1	3 10 7 7	1,2 8,0 5,6 2,8	12,36	Baixo
Laje	P	L5	2 6 10 18 9	1 2 2 1 2	3 10 7 7 6	1,2 8,0 5,6 2,8 4,8	13,14	Baixo
Laje	P	L6	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L7	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L8	18 6 10	2 2 2	7 10 7	5,6 8,0 5,6	12,67	Baixo
Laje	P	L9	6 18 10	2 2 2	10 7 7	8,0 5,6 5,6	12,67	Baixo
Laje	P	L10	6 18 4	2 2 2	10 7 8	8,0 5,6 6,4	12,80	Baixo
Laje	P	L11	18 6	2 2	7 10	5,6 8,0	11,29	Baixo
Laje	P	L12	18 6	1 2	7 10	2,8 8,0	10,07	baixo
Laje	P	L13	12 6 2 18	2 2 2 1	5 10 3 7	4,0 8,0 2,4 2,8	12,28	Baixo

Laje	P	L14	2 6 12 16 9 18	2 1 2 2 2 1	3 10 5 6 6 7	2,4 4,0 4,0 4,8 4,8 2,8	8,59	Baixo
Laje	P	L15	6 18 12	2 1 2	10 7 5	8,0 2,8 4,0	11,68	Baixo
Laje	P	L16	6 2 10 9 18	2 2 2 2 2	10 3 7 6 7	8,0 2,4 5,6 4,8 5,6	13,58	Baixo
Laje	P	L17	10 2 18 6	2 1 1 2	7 3 7 10	5,6 1,2 2,8 8,0	12,36	Baixo
Laje	P	L18	6 18 20	1 1 2	10 7 6	4,0 2,8 4,8	7,61	Baixo
Laje	P	L19	6 18 20	1 1 2	10 7 6	4,0 2,8 4,8	7,61	Baixo
Laje	P	L20	18 6	1 2	7 10	2,8 8,0	10,07	Baixo
Laje	P	L21	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L22	6 18	2 1	10 7	8,0 2,8	10,07	Baixo
Laje	P	L23	2 9 6 18	1 2 2 1	3 6 10 7	1,2 4,8 8,0 2,8	12,19	Baixo
Laje	P	L24	6 18 9 10	3 1 2 2	10 7 6 7	40,0 2,8 4,8 5,6	49,92	Médio
Laje	P	L25	10 6 18 2 9	2 3 1 2 2	7 10 7 3 6	5,6 40,0 2,8 2,4 4,8	51,22	Alto
Laje	P	L26	18 2 6 10 16	1 2 3 2 2	7 3 10 7 6	2,8 2,4 40,0 5,6 4,8	51,22	Alto
Laje	P	L27	4 18 6 10 2 16	2 1 2 2 2 2	8 7 10 7 3 6	6,4 2,8 8,0 5,6 2,4 4,8	13,87	Baixo
Laje	P	L28	18	1	7	2,8	2,8	Baixo
Laje	P	L30	18 6 2	1 2 2	7 10 3	2,8 8,0 2,4	11,15	Baixo
Laje	P	L31	18 6 2	2 2 2	7 10 3	5,6 8,0 2,4	12,00	Baixo
Laje	P	L32	18 6 10	2 3 2	7 10 7	5,6 40,0 5,6	48,75	Médio
Laje	P	L33	4 18 6	3 1 3	8 7 10	32,0 2,8 40,0	58,61	Alto
Laje	P	L34	18 6 4	1 2 2	7 10 8	2,8 8,0 6,4	12,28	Baixo

Laje	P	L35	6 18 4 10	2 2 2 2	10 7 8 7	8,0 5,6 6,4 5,6	13,50	Baixo
Laje	P	L36	2 6 12 18	2 1 2 2	3 10 5 7	2,4 4,0 4,0 5,6	9,24	Baixo
Laje	P	L1	2 6 10 12 16 18	2 2 2 2 1 1	3 10 7 5 6 7	2,4 8,0 5,6 4,0 2,4 2,8	13,46	Baixo
Laje	P	L2	2 6 10 18	3 2 2 2	3 10 7 7	12,0 8,0 5,6 5,6	19,38	Baixo
Laje	P	L3	2 6 10 18	3 2 2 1	3 10 7 7	12,0 8,0 5,6 2,8	18,93	Baixo
Laje	P	L4	18 6 10	1 2 2	7 10 7	2,8 8,0 5,6	12,10	Baixo
Laje	P	L5	4 6 10 2 18	2 2 2 2 1	8 10 7 3 7	6,4 8,0 5,6 2,4 2,8	13,46	Baixo
Laje	P	L6	18 6 9	2 1 2	7 10 6	5,6 4,0 4,8	9,02	Baixo
Laje	P	L7	18 6 4	1 1 2	7 10 8	2,8 4,0 6,4	9,70	Baixo
Laje	P	L8	18 6 16	1 2 2	7 10 6	2,8 8,0 4,8	11,90	Baixo
Laje	P	L9	18 6	2 2	7 10	5,6 8,0	11,29	Baixo
Laje	P	L10	6 18	1 1	10 7	4,0 2,8	5,65	Baixo
Laje	P	L11	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L12	18 6	2 2	7 10	5,6 8,0	11,29	Baixo
Laje	P	L13	18 6 10 16	2 2 2 2	7 10 7 6	5,6 8,0 5,6 4,8	13,33	Baixo
Laje	P	L14	18 2 12 4 6	1 2 2 2 2	7 3 5 8 10	2,8 2,4 4,0 6,4 8,0	13,29	Baixo
Laje	P	L15	18 2 6 10 16	1 2 2 2 1	7 3 10 7 6	2,8 2,4 8,0 5,6 2,4	12,98	Baixo
Laje	P	L16	2 6 18 10 16	2 2 1 2 2	3 10 7 7 6	2,4 8,0 2,8 5,6 4,8	13,29	Baixo
Laje	P	L17	18 6 2 10 16	1 2 2 2 1	7 10 3 7 6	2,8 8,0 2,4 5,6 2,4	12,98	Baixo
Laje	P	L18	6 18	1 1	10 7	4,0 2,8	5,65	Baixo

Laje	P	L19	6 18	1 1	10 7	4,0 2,8	5,65	Baixo
Laje	P	L20	18	1	7	2,8	2,80	Baixo
Laje	P	L21	6 18	1 1	10 7	4,0 2,8	5,65	Baixo
Laje	P	L22	2 18 10	2 1 2	3 7 7	2,4 2,8 5,6	8,30	Baixo
Laje	P	L23	2 18 10 6 12	2 1 2 2 2	3 7 7 10 5	2,4 2,8 5,6 8,0 4,0	13,19	Baixo
Laje	P	L24	18 2 6 10	1 3 2 2	7 3 10 7	2,8 12,0 8,0 5,6	18,93	Baixo
Laje	P	L25	2 6 10 18	2 2 2 1	3 10 7 7	2,4 8,0 5,6 2,8	12,60	Baixo
Laje	P	L26	18 2 6 10	1 2 2 2	7 3 10 7	2,8 2,4 8,0 5,6	12,60	Baixo
Laje	P	L27	18 2 10 6	1 2 2 2	7 3 7 10	2,8 2,4 5,6 8,0	12,60	Baixo
Laje	P	L28	18	1	7	2,8	2,80	Baixo
Laje	P	L29	18	1	7	2,8	2,80	Baixo
Laje	P	L30	18	1	7	2,8	2,80	Baixo
Laje	P	L31	18	2	7	5,6	5,60	Baixo
Laje	P	L32	2 6 18	2 2 1	3 10 7	2,4 8,0 2,8	11,15	Baixo
Laje	P	L33	18 6	2 2	7 10	5,6 8,0	11,29	Baixo
Laje	P	L34	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L35	18 6	1 1	7 10	2,8 4,0	5,65	Baixo
Laje	P	L36	18 6	1 2	7 10	2,8 8,0	10,07	Baixo
Laje	P	L37	18 2 6 12	1 2 2 2	7 3 10 5	2,8 2,4 8,0 4,0	12,28	Baixo
Laje	P	L1	18 16 9 10	2 3 2 2	7 6 6 7	5,6 24,0 4,8 5,6	33,60	Médio
Laje	P	L2	18 16 10	2 3 2	7 6 7	5,6 24,0 5,6	31,64	Médio
Escada	P	LE1	18	1	7	2,8	2,80	Baixo
Escada	P	PE1	18	1	7	2,8	2,80	Baixo
Escada	P	LE2	18	1	7	2,8	2,80	Baixo
Escada	P	VE1	18	2	7	5,6	5,60	Baixo
Escada	P	LE3	18	1	7	2,8	2,80	Baixo
Escada	P	PE2	18 6 4	1 1 2	7 10 8	2,8 4,0 6,4	9,70	Baixo
Escada	P	LE4	18	1	7	2,8	2,80	Baixo
Escada	P	VE2	6 18	1 1	10 7	4,0 2,8	5,65	Baixo
Escada	P	LE5	18	1	7	2,8	2,80	Baixo
Escada	P	LE6	18	1	7	2,8	2,80	Baixo
Escada	P	VE3	6 18	1 1	10 7	4,0 2,8	5,65	Baixo

PLANILHA SINOPSE DOS DANOS

Edifício: Bloco C23 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá – PR

Data da Vistoria: 18 a 20/03/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Dano	Danos à estrutura	Pilar		Viga		Laje		Escada/ rampa		Cortina		Reservatórios		Bloco		Elemento arquitetônico		Geral	
		%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau
1	Segregação			1,32	11,20													0,49	11,20
2	Lixiviação / eflorescência			4,64	66,00	11,39	110,40											6,69	176,40
3	Desagregação																		
4	Esfoliação	6,21	57,60	3,64	96,00	3,06	121,60	6,67	6,40									3,89	281,60
5	Carbonatação ¹	2,76	14,00	0,66	11,20													0,73	25,20
6	Fissuração inaceitável	2,76	28,00	30,13	624,00	29,17	928,00	20,00	12,00									24,70	1.592,00
7	Flecha / flambagem																		
8	Desvio de geometria	10,34	162,00	5,63	89,60													3,89	251,60
9	Cobrimento insuficiente	2,76	9,60	5,30	110,40	3,06	72,00											3,77	192,00
10	Corrosão	4,14	30,80	1,66	25,20	10,83	215,60											6,08	271,60
11	Cloreto (presença)																		
12	Mancha	8,96	52,00	8,28	130,00	5,00	72,00											6,81	254,00
13	Deformação lenta																		
14	Carga acidental																		
15	Agressão ambiental																		
16	Infiltração / vazamento			0,99	14,40	4,44	105,60											2,31	120,00
17	Recalque / deslocamento																		
18	Nicho de concretagem	32,41	214,80	32,12	665,60	31,94	378,00	73,33	33,60									32,85	1.292,00
19	Esmagamento																		
20	Junta danificada	5,52	40,00	1,99	38,40	1,11	19,20											2,19	97,60
21	Junção de elementos	24,14	256,00	3,64	48,00													5,60	304,00
Nº. Elementos / grau de dano total		58	864,80	108	1930,00	115	2.022,40	11	52,00									292	4.869,20
Mínimo/máximo grau de deterioração		3,20	45,00	3,20	44,90	2,80	58,61	2,80	9,70									2,80	58,61
Desvio padrão / média (Gde)		10,34	11,64	9,32	12,94	11,61	13,22	2,24	4,20									10,44	12,46
Fr. - principal / Gdf		5,0	44,10	5,0	37,11	4,0	44,60											Gde> 20 =29	
Fr. – secundária / Gdf		4,0	42,96															Gd = 42,02 (Alto)	

(1) Considerados somente os elementos ensaiados

ANEXO A 3

PRIMEIRO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco C23
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Documentos Fotográficos



VISTA DO BLOCO C23 - FACHADA SUDOESTE



BLOCO C23 - COLETA DE MATERIAL PARA
ENSAIO DE TEOR DE CLORETOS - PILAR P9



BLOCO C23 – DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE CORROSÃO - PILAR P5



BLOCO C23 – DETALHES DO ENSAIO DE CARBONATAÇÃO - PILAR P49



BLOCO C23 – DETERMINAÇÃO DO COBRIMENTO
DA ARMADURA - PILAR P53

ANEXO B

SEGUNDO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco F67
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

ANEXO B 1

SEGUNDO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco F67
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Relatório Técnico de Vistoria e Relatório Técnico de Inspeção

RELATÓRIO TÉCNICO DE VISTORIA

Edifício: Bloco F67 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 26 a 28/03/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Identificação	(Fr)	Dano estrutural	(Fi)	Observação
Pilar	P6	P	8-12-21-6-18	2-2-2-2-1	
Pilar	P30	P	18-21	2-2	
Pilar	P31	P	21-18	1-2	
Pilar	PA4	P	4	2	
Pilar	P51	P	12-8-20-18-6	2-2-2-2-1	
Pilar	P52	P	8-12-20-18	2-2-2-2	
Pilar	P14	P	21-18	2-2	
Pilar	P15	P	21	2	
Pilar	PA5	P	18	2	
Pilar	P3	P	6	2	
Pilar	P40	P	18-21	1-1	
Pilar	P41	P	21-18	2-2	
Pilar	P1	P	18-8	1-2	
Pilar	P2	P	21-18	1-1	
Pilar	P7	P	12-6-18-8-20	2-2-1-2-2	
Pilar	P8	P	12-8-6-18-4-20	2-2-2-1-2-2	
Pilar	P22	P	18-21-4	1-1-2	
Pilar	P23	P	18-20	2-2	
Pilar	P24	P	18-21-20	1-1-2	
Pilar	P32	P	20-21	2-1	
Pilar	P33	P	18-21-20	1-1-2	
Pilar	P50	P	12-6-18-9-5-10	2-2-2-1-2-2	
Pilar	P49	P	8-12-6	2-2-1	
Pilar	P53	P	12-21-8-2	3-3-2-2	
Pilar	P9	P	8-12-21-6-9-5-10	2-2-1-2-1-2-2	
Pilar	P10	P	8-12-6	3-2-1	
Pilar	P11	P	21-12-8-18	2-2-2-2	
Pilar	P25	P	18-21	2-2	
Pilar	P26	P	18-21-8	1-2-2	
Pilar	P27	P	18-21	2-1	
Pilar	P34	P	21-4-18	2-2-1	
Pilar	P35	P	18-21-8	2-2-2	
Pilar	P36	P	18-4-6	2-2-2	
Pilar	P42	P	18	1	
Pilar	P43	P	18	1	
Pilar	P44	P	18	2	
Pilar	P54	P	12-6-8-9-5-10	3-1-2-1-2-2	
Pilar	P55	P	12-6-21-18	2-1-1-1	
Pilar	P46	P	21	1	
Pilar	P4	P	18-21-8	1-2-2	
Pilar	P5	P	4-18-21-8-12-6-9-5	2-2-2-1-2-2-1-2	
Pilar	P20	P	18-21	3-1	
Pilar	P21	P	18-21	2-1	
Pilar	P28	P	18-21-8	2-2-2	
Pilar	P29	P	18-21-4	2-2-2	
Pilar	P45	P	18-21-6	1-2-1	
Pilar	P47	P	12-8-21-18	2-2-2-2	
Pilar	P48	P	21-18-8-12	1-1-2-3	
Pilar	P12	P	21-18-6	2-2-1	
Pilar	PN1	P	21-8-18-6	2-2-3-2	
Pilar	PN2	P	21-6-8	2-2-2	
Pilar	PN3	P	12-21-6-10	2-2-2-2	
Pilar	PN4	P	6-21	1-2	
Viga	V119	S	6-21	2-2	piso pavimento térreo - veda a passagem entre dois pilares
Viga	V 103	P	9-5	1-2	piso pavimento térreo
Viga	V113	P	9-5	1-2	piso pavimento térreo
Viga	VA5	P	6	1	piso pavimento térreo - arrimo
Viga	VA1	P	16	2	piso pavimento térreo - arrimo
Viga	VA9	P	16-6	2-1	piso pavimento térreo - arrimo
Viga	VA8	P	6	2	piso pavimento térreo - arrimo
Viga	VA4	P	6	1	piso pavimento térreo - arrimo
Viga	V102	P	12-18-6-2	2-2-2-2	piso 2º. pavimento

Viga	V103	P	6-18-12-8	2-3-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V103-A	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V104	P	18	1	piso 2º. pavimento
Viga	V105	P	18-21-6-9	2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V106	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V107	P	18-21-9-6	2-1-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V108	P	8-6-18	2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V111-A	P	6-18-2	2-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V112	P	6-12-8-9-18-2	2-3-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V113	P	12-6-8-18	3-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V201	P	18-12-6-2-16	3-2-3-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V202	P	6-18-21	2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V203	P	18-6-9	2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V204	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V205	P	6-18-9	2-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V206	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V207	P	18-6-9-4	2-2-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V208	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V212	P	20-18	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V213	P	18-6-20-21	2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V214	P	18-4	1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V215	P	18-6-4	2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V216	P	18-6	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V217	P	8-18-6	1-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V218	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V219	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V220	P	18	1	piso 2º. pavimento
Viga	V222	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V101	P	18-12-6	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V102	P	12-18-6	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V103	P	18-6-10-8	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V104	P	18-6-8	3-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V105	P	6-18-8-16	2-2-2-1	piso 3º. pavimento
Viga	V106	P	18-6-8	3-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V110	P	12-6-8-18	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V201	P	6-8-18-12-2	2-2-2-2-1	piso 3º. pavimento
Viga	V202	P	6-18	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V203	P	6-18-10	2-1-2	piso 3º. pavimento
Viga	V204	P	18-6-10	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V205	P	6-18-21	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V206	P	6-18-10	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V207	P	6-18	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V208	P	21-6-18-10	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V209	P	6	1	piso 3º. pavimento
Viga	V210	P	18	1	piso 3º. pavimento
Viga	V211	P	12-6-18-8	3-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V212	P	6-18-10-20	1-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V213	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V214	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V215	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V216	P	18-6-8-10	3-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V217	P	6-18	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V218	P	18-6	3-2	piso 3º. pavimento
Viga	V219	P	18-6-21-8	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V220	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V221	P	6-18	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V222	P	18-6-16	2-2-1	piso 3º. pavimento
Viga	V223	P	6-18-10-8	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V101	P	4-18-8-12-6	2-2-2-3-2	cobertura
Viga	V102	P	12-18	2-2	cobertura
Viga	V103	P	18-6	2-2	cobertura
Viga	V104	P	18-6-8	3-2-2	cobertura
Viga	V105	P	6-18-8	2-2-2	cobertura
Viga	V106	P	18-6-8	2-2-2	cobertura
Viga	V108	P	12-8-18	2-2-2	cobertura
Viga	V109	P	6-12-8-18	2-3-2-2	cobertura
Viga	V201	P	18-12-8-16	2-2-2-2	cobertura
Viga	V202	P	6-18	2-2	cobertura
Viga	V203	P	6-18	2-1	cobertura
Viga	V204	P	18-6	1-2	cobertura
Viga	V205	P	18-8-6	1-2-2	cobertura
Viga	V206	P	6-18	1-1	cobertura

Viga	V207	P	18-6	1-2	cobertura
Viga	V208	P	18-6-8	1-2-2	cobertura
Viga	V212	P	8	2	cobertura
Viga	V213	P	21-18-6	1-2-2	cobertura
Viga	V215	P	18-21-6	2-2-2	cobertura
Viga	V216	P	8-18-6	2-2-2	cobertura
Viga	V218	P	6-18	2-2	cobertura
Viga	V219	P	18-6-8	2-2-2	cobertura
Viga	V220	P	18-6	3-2	cobertura
Viga	V221	P	18-6-9-21	2-2-2-2	cobertura
Viga	V222	P	18-6	2-2	cobertura
Viga	V223	P	8-12-18-16-9	2-2-3-2-2	cobertura
Viga	V1	P	18-12-6	2-2-1	casa de máquina
Viga	V2	P	18	1	casa de máquina
Viga	V3	P	18-12-6	2-2-1	casa de máquina
Viga	V4	P	18-12-6	2-2-1	casa de máquina
Viga	V5	P	18-12-6	2-2-1	casa de máquina
Laje	L1	P	6-16	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L2	P	2-6-12-10-18	2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L3	P	18-6-2	2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L4	P	6-2-18-10	3-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L5	P	6-18-12-2-10	2-2-2-1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L6	P	6-2-10-18-12	2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L9	P	6-18	1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L10	P	6-4-18	2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L11	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L12	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L13	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L14	P	18-6-2-10-12	2-2-1-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L15	P	18-12-10-6-2	1-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L16	P	6-18-2-10	2-2-1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L17	P	18-2-6-12	2-1-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L18	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L19	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L20	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L21	P	18	1	piso 2º. pavimento
Laje	L22	P	18	1	piso 2º. pavimento
Laje	L23	P	12-2-10-6-18	2-2-2-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L24	P	2-18-12-6-10	1-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L25	P	2-6-10-18	2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L26	P	12-18-6-10	2-1-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L27	P	6-12-18-2-10	2-2-2-1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L28	P	6-18-10-2	2-2-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L30	P	18-6	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L31	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L31-A	P	18	1	piso 2º. pavimento
Laje	L32	P	6-18	3-2	piso 2º. pavimento
Laje	L32-A	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L33	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L33-A	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L34	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L34-A	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L35	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L10-A	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L12-A	P	4-6-18	2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L13-A	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L1	P	2-6-18-10	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L2	P	2-6-18-10	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L3	P	2-6-10-18	3-3-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L4	P	2-6-18-10	3-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L5	P	2-6-18	3-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L6	P	18-2	1-1	piso 3º. pavimento
Laje	L7	P	18	1	piso 3º. pavimento
Laje	L8	P	6-4-18	3-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L9	P	4-9-18-6	2-2-2-3	piso 3º. pavimento
Laje	L10	P	6-18	3-2	piso 3º. pavimento
Laje	L11	P	6-18	3-2	piso 3º. pavimento
Laje	L12	P	6-18	3-1	piso 3º. pavimento
Laje	L13	P	6-18	3-2	piso 3º. pavimento
Laje	L14	P	6-18	2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L15	P	2-6-18-10	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L16	P	2-18-6-10	3-2-2-2	piso 3º. pavimento

Laje	L17	P	2-18-6	2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L18	P	2-18-6-10	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L19	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L20	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L21	P	18-6	1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L22	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L23	P	2-6-18-10	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L24	P	6-2-10-18	3-3-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L25	P	6-2-10-18	3-3-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L26	P	2-6-18-10	3-3-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L27	P	2-6-10-18	3-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L28	P	2-6-18	3-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L30	P	6-18-4	3-1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L31	P	6-18	3-2	piso 3º. pavimento
Laje	L32	P	6-18	3-2	piso 3º. pavimento
Laje	L33	P	6-2-18-9	3-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L34	P	6-18	3-1	piso 3º. pavimento
Laje	L35	P	6-18-2	3-2-1	piso 3º. pavimento
Laje	L36	P	6-18-16-10	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L1	P	2-18-8	1-2-2	cobertura
Laje	L3	P	18-6	2-2	cobertura
Laje	L4	P	6-2-10	2-1-2	cobertura
Laje	L5	P	2-6	2-1	cobertura
Laje	L8	P	2-18-6-12-4	2-2-2-2-2	cobertura
Laje	L9	P	18-2-6	2-2-2	cobertura
Laje	L10	P	18-2-6-10-7	2-2-2-2-2	cobertura
Laje	L11	P	2-10-6-18-4	2-2-2-2-2	cobertura
Laje	L12	P	6-2-18	2-2-2	cobertura
Laje	L13	P	4-18-2-6-10	3-2-2-2-2	cobertura
Laje	L14	P	12-6-18-10-2	1-2-2-2-1	cobertura
Laje	L15	P	18	1	cobertura
Laje	L22	P	2-12-18-6	1-2-1-1	cobertura
Laje	L23	P	18-6-12	1-1-2	cobertura
Laje	L25	P	18-10-6-2	2-2-2-2	cobertura
Laje	L26	P	6-2	2-2	cobertura
Laje	L27	P	2-6-16	2-1-1	cobertura
Laje	L32	P	6-2-18	2-1-1	cobertura
Laje	L33	P	6-2-10-18	2-2-2-2	cobertura
Laje	L34	P	6-2-10-18-12	2-2-2-2-2	cobertura
Laje	L35	P	6-2-18-10	2-2-2-2	cobertura
Laje	L1	P	18	2	casa de máquina
Laje	L2	P	18-16-10-6	2-1-2-1	casa de máquina
Escada	LE1	P	18	1	
Escada	LE2	P	18	2	
Escada	LE3	P	18	2	
Escada	VL2	P	18-10-2	2-2-1	
Escada	LE4	P	18	1	
Escada	VE1	P	6-12-18	2-2-1	
Escada	VE2	P	6-12-18	2-2-1	
Escada	VE3	P	6-16	1-1	

RELATÓRIO TÉCNICO DE INSPEÇÃO

Edifício: Bloco F67- Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Inspeção: 17 e 18 / 5 /2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Identificação	Área nº. 1: Pilar 5								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	24,80	24,30	20,00	28,80	20,10	26,20	24,03	3,46	14,40
Carbonatação (mm)	22,00	16,70	15,60	14,00	21,20	17,10	17,77	3,17	17,84
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	2,80	7,60	4,40	14,80	-1,10	9,10	6,27	5,52	88,04
Potencial de Corrosão (V)	-0,253	-0,176	-0,138	-0,146	-0,147	-0,122	-0,164	0,047	28,66

Identificação	Área nº. 2: Pilar 9								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	22,80	33,30	26,50	28,50	24,50	27,30	27,15	3,63	13,37
Carbonatação (mm)	19,70	27,50	15,50	20,50	26,60	24,90	22,45	4,66	20,76
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	3,10	5,80	11,00	8,00	-2,10	2,40	4,70	4,60	97,87
Potencial de Corrosão (V)	-0,409	-0,245	-0,237	-0,230	-0,345	-0,504	-0,328	0,112	34,15

Identificação	Área nº. 3: Pilar 50								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	25,10	28,00	31,60	28,80	16,30	18,20	24,67	6,14	24,89
Carbonatação (mm)	16,40	24,90	22,20	23,50	22,80	13,70	20,58	4,46	21,67
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	8,70	3,10	9,40	5,30	-6,50	4,50	4,08	5,73	140,44
Potencial de Corrosão (V)	-0,482	-0,397	-0,414	-0,424	-0,437	-0,335	-0,415	0,049	11,81

Identificação	Área nº. 4: Pilar 54								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	15,00	12,50	12,80	12,20	29,10	22,40	17,33	6,93	39,99
Carbonatação (mm)	15,20	13,70	15,80	13,80	23,10	16,50	16,35	3,49	21,35
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-0,20	-1,20	-3,00	-1,60	6,00	5,90	0,98	3,95	403,06
Potencial de Corrosão (V)	-0,420	-0,444	-0,488	-0,446	-0,244	-0,254	-0,383	0,106	27,68

Identificação	Área nº. 5: Viga V103								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	6,90	13,10	17,00	6,90	13,00	18,50	12,57	4,89	38,90
Carbonatação (mm)	26,90	32,90	35,50	27,50	25,10	29,40	29,55	3,94	13,33
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-20,00	-19,80	-18,50	-20,60	-12,10	-10,90	-16,98	4,32	25,44
Potencial de Corrosão (V)	-0,185	-0,336	-0,197	-0,308	-0,232	-0,283	-0,257	0,062	24,12

Identificação	Área nº. 6: Viga V113								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	6,20	16,90	11,10	5,90	13,40	14,60	11,35	4,51	39,74
Carbonatação (mm)	14,00	20,50	20,60	18,90	21,60	13,90	18,25	3,44	18,85
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-7,80	-3,60	-9,50	-13,00	-8,20	0,70	-6,90	4,80	69,57
Potencial de Corrosão (V)	-0,194	-0,275	-0,220	-0,311	-0,193	-0,213	-0,234	0,048	20,51

Valores gerais da inspeção

Dados pesquisados	Média	Desvio padrão (s)	Coefficiente de variação (Cv) em %
Cobrimento (mm)	19,52	7,79	39,91
Carbonatação (mm)	20,83	5,72	27,46
Exposição (mm)	-1,31	9,47	722,90
Potencial de Corrosão (V)	-0,297	0,113	38,05

Nota: Os valores em negrito, constantes das áreas de 1 a 6, foram os considerados para efeito de introdução no relatório técnico de vistoria do dano estrutural (D) e de seu respectivo fator de intencidade (Fi), pois foram os mais elevados e prejudiciais.

ANEXO B 2

SEGUNDO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco F67
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Planilhas de Cálculo

FORMULÁRIO PARA O CÁLCULO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DO ELEMENTO (Gde)

Edifício: Bloco F67 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 26 a 28/03/02 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Relevância estrutural	Identificação	Dano estrutural	Fator de Intensidade (Fi)	Fator de ponderação (Fp)	Grau do dano (D)	Grau de deterioração (Gde)	Nível de deterioração
Pilar	P	P6	8 12 21 6 18	2 2 2 2 1	9 5 10 10 8	7,20 4,00 8,00 8,00 3,20	13,89	Baixo
Pilar	P	P30	18 21	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Pilar	P	P31	21 18	1 2	10 8	4,00 6,40	8,86	Baixo
Pilar	P	PA4	4	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	P51	12 8 20 18 6	2 2 2 2 1	5 9 10 8 10	4,00 7,20 8,00 6,40 4,00	13,84	Baixo
Pilar	P	P52	8 12 20 18	2 2 2 2	9 5 10 8	7,20 4,00 8,00 6,40	13,50	Baixo
Pilar	P	P14	21 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Pilar	P	P15	21	2	10	8,00	8,00	Baixo
Pilar	P	PA5	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	P3	6	2	10	8,00	8,00	Baixo
Pilar	P	P40	18 21	1 1	8 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Pilar	P	P41	21 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Pilar	P	P1	18 8	1 2	8 9	3,20 7,20	9,42	Baixo
Pilar	P	P2	21 18	1 1	10 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
Pilar	P	P7	12 6 18 8 20	2 2 1 2 2	5 10 8 9 10	4,00 8,00 3,20 7,20 8,00	13,89	Baixo
Pilar	P	P8	12 8 6 18 4 20	2 2 2 1 2 2	5 9 10 8 8 10	4,00 7,20 8,00 3,20 6,40 8,00	14,26	Baixo
Pilar	P	P22	18 21 4	1 1 2	8 10 8	3,20 4,00 6,40	9,79	Baixo
Pilar	P	P23	18 20	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Pilar	P	P24	18 21 20	1 1 2	8 10 10	3,20 4,00 8,00	11,79	Baixo
Pilar	P	P32	20 21	2 1	10 10	8,00 4,00	10,67	Baixo
Pilar	P	P33	18 21 20	1 1 2	8 10 10	3,20 4,00 8,00	11,79	Baixo
Pilar	P	P50	12 6 18 9 5 10	2 2 2 1 2 2	5 10 8 6 7 7	4,00 8,00 6,40 2,40 5,60 5,60	14,00	Baixo

Pilar	P	P49	8 12 6	2 2 1	9 5 10	7,20 4,00 4,00	10,99	Baixo
Pilar	P	P53	12 21 8 2	3 3 2 2	5 10 9 5	20,00 40,00 7,20 4,00	57,53	Alto
Pilar	P	P9	8 12 21 6 9 5 10	2 2 1 2 1 2 2	9 5 10 10 6 7 7	7,20 4,00 4,00 8,00 2,40 5,60 5,60	14,26	Baixo
Pilar	P	P10	8 12 6	3 2 1	9 5 10	36,00 4,00 4,00	42,55	Médio
Pilar	P	P11	21 12 8 18	2 2 2 2	10 5 9 8	8,00 4,00 7,20 6,40	13,50	Baixo
Pilar	P	P25	18 21	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Pilar	P	P26	18 21 8	1 2 2	8 10 9	3,20 8,00 7,20	12,52	Baixo
Pilar	P	P27	18 21	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Pilar	P	P34	21 4 18	2 2 1	10 8 8	8,00 6,40 3,20	12,36	Baixo
Pilar	P	P35	18 21 8	2 2 2	8 10 9	6,40 8,00 7,20	13,04	Baixo
Pilar	P	P36	18 4 6	2 2 2	8 8 10	6,40 6,40 8,00	12,92	Baixo
Pilar	P	P42	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Pilar	P	P43	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Pilar	P	P44	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	P54	12 6 8 9 5 10	3 1 2 1 2 2	5 10 9 6 7 7	20,00 4,00 7,20 2,40 5,60 5,60	31,078	Médio
Pilar	P	P55	12 6 21 18	2 1 1 1	5 10 10 8	4,00 4,00 4,00 3,20	6,95	Baixo
Pilar	P	P46	21	1	10	4,00	4,00	Baixo
Pilar	P	P4	18 21 8	1 2 2	8 10 9	3,20 8,00 7,20	12,52	Baixo
Pilar	P	P5	4 18 21 8 12 6 9 5	2 2 2 1 2 2 1 2	8 8 10 9 5 10 6 7	6,40 6,40 8,00 3,60 4,00 8,00 2,40 5,60	14,56	Baixo
Pilar	P	P20	18 21	3 1	8 10	32,00 4,00	35,56	Médio
Pilar	P	P21	18 21	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Pilar	P	P28	18 21 8	2 2 2	8 10 9	6,40 8,00 7,20	13,04	Baixo
Pilar	P	P29	18 21 4	2 2 2	8 10 8	6,40 8,00 6,40	12,92	Baixo

Pilar	P	P45	18 21 6	1 2 1	8 10 10	3,20 8,00 4,00	11,79	Baixo
Pilar	P	P47	12 8 21 18	2 2 2 2	5 9 10 8	4,00 7,20 8,00 6,40	13,50	Baixo
Pilar	P	P48	21 18 8 12	1 1 2 3	10 8 9 5	4,00 3,20 7,20 20,00	28,37	Médio
Pilar	P	P12	21 18 6	2 2 1	10 8 10	8,00 6,40 4,00	12,52	Baixo
Pilar	P	PN1	21 8 18 6	2 2 3 2	10 9 8 10	8,00 7,20 32,00 8,00	45,45	Médio
Pilar	P	PN2	21 6 8	2 2 2	10 10 9	8,00 8,00 7,20	13,24	Baixo
Pilar	P	PN3	12 21 6 10	2 2 2 2	5 10 10 7	4,00 8,00 8,00 5,60	13,50	Baixo
Pilar	P	PN4	6 21	1 2	10 10	4,00 8,00	10,67	Baixo
Viga	S	V119	6 21	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V103	9 5	1 2	6 7	2,40 5,60	7,28	Baixo
Viga	P	V113	9 5	1 2	6 7	2,40 5,60	7,28	Baixo
Viga	P	VA5	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Viga	P	VA1	16	2	6	4,80	4,80	Baixo
Viga	P	VA9	16 6	2 1	6 10	4,80 4,00	6,98	Baixo
Viga	P	VA8	6	2	10	8,00	8,00	Baixo
Viga	P	VA4	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Viga	P	V102	12 18 6 2	2 2 2 2	5 8 10 5	4,00 6,40 8,00 4,00	13,14	Baixo
Viga	P	V103	6 18 12 8	2 3 2 2	10 8 5 7	8,00 32,00 4,00 5,60	43,35	Médio
Viga	P	V103-A	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V104	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V105	18 21 6 9	2 2 2 2	8 8 10 6	6,40 6,40 8,00 4,80	13,50	Baixo
Viga	P	V106	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V107	18 21 9 6	2 1 2 2	8 8 6 10	6,40 3,20 4,80 8,00	13,14	Baixo
Viga	P	V108	8 6 18	2 2 2	7 10 8	5,60 8,00 6,40	12,80	Baixo
Viga	P	V111-A	6 18 2	2 2 1	10 8 5	8,00 6,40 2,00	12,10	Baixo
Viga	P	V112	6 12 8 9 18 2	2 3 2 2 2 2	10 5 7 6 8 5	8,00 20,00 5,60 4,80 6,40 4,00	31,80	Médio

Viga	P	V113	12 6 8 18	3 2 2 2	5 10 7 8	20,00 8,00 5,60 6,40	30,00	Médio
Viga	P	V201	18 12 6 2 16	3 2 3 2 1	8 5 10 5 6	32,00 4,00 40,00 4,00 2,40	60,58	Alto
Viga	P	V202	6 18 21	2 2 2	10 8 8	8,00 6,40 6,40	12,92	Baixo
Viga	P	V203	18 6 9	2 2 2	8 10 6	6,40 8,00 4,80	12,67	Baixo
Viga	P	V204	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V205	6 18 9	2 2 1	10 8 6	8,00 6,40 2,40	12,19	Baixo
Viga	P	V206	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V207	18 6 9 4	2 2 2 1	8 10 6 8	6,40 8,00 4,80 3,20	13,14	Baixo
Viga	P	V208	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V212	20 18	2 1	8 8	6,40 3,20	8,53	Baixo
Viga	P	V213	18 6 20 21	2 2 2 2	8 10 8 8	6,40 8,00 6,40 6,40	13,65	Baixo
Viga	P	V214	18 4	1 2	8 8	3,20 6,40	8,53	Baixo
Viga	P	V215	18 6 4	2 1 2	8 10 8	6,40 4,00 6,40	10,36	Baixo
Viga	P	V216	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	V217	8 18 6	1 2 1	7 8 10	2,80 6,40 4,00	9,70	Baixo
Viga	P	V218	6 18	1 1	10 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
Viga	P	V219	6 18	1 1	10 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
Viga	P	V220	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V222	6 18	2 1	10 8	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	V101	18 12 6	2 2 2	8 5 10	6,40 4,00 8,00	12,52	Baixo
Viga	P	V102	12 18 6	2 2 2	5 8 10	4,00 6,40 8,00	12,52	Baixo
Viga	P	V103	18 6 10 8	2 2 2 2	8 10 7 7	6,40 8,00 5,60 5,60	13,50	Baixo
Viga	P	V104	18 6 8	3 2 2	8 10 7	32,00 8,00 5,60	41,54	Médio
Viga	P	V105	6 18 8 16	2 2 2 1	10 8 7 6	8,00 6,40 5,60 2,40	13,14	Baixo
Viga	P	V106	18 6 8	3 2 2	8 10 7	32,00 8,00 5,60	41,54	Médio

Viga	P	V110	12 6 8 18	2 2 2 2	5 10 7 8	4,00 8,00 5,60 6,40	13,33	Baixo
Viga	P	V201	6 8 18 12 2	2 2 2 2 1	10 7 8 5 5	8,00 5,60 6,40 4,00 2,00	13,54	Baixo
Viga	P	V202	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V203	6 18 10	2 1 2	10 8 7	8,00 3,20 5,60	12,19	Baixo
Viga	P	V204	18 6 10	2 2 2	8 10 7	6,40 8,00 5,60	12,80	Baixo
Viga	P	V205	6 18 21	2 2 2	10 8 8	8,00 6,40 6,40	12,92	Baixo
Viga	P	V206	6 18 10	2 2 2	10 8 7	8,00 6,40 5,60	12,80	Baixo
Viga	P	V207	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V208	21 6 18 10	2 2 2 2	8 10 8 7	6,40 8,00 6,40 5,60	13,58	Baixo
Viga	P	V209	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Viga	P	V210	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V211	12 6 18 8	3 2 2 2	5 10 8 7	20,00 8,00 6,40 5,60	30,00	Médio
Viga	P	V212	6 18 10 20	1 2 2 2	10 8 7 8	4,00 6,40 5,60 6,40	10,97	Baixo
Viga	P	V213	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	V214	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	V215	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	V216	18 6 8 10	3 2 2 2	8 10 7 7	32,00 8,00 5,60 5,60	44,00	Médio
Viga	P	V217	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V218	18 6	3 2	8 10	32,00 8,00	38,40	Médio
Viga	P	V219	18 6 21 8	2 2 2 2	8 10 8 7	6,40 8,00 6,40 5,60	13,58	Baixo
Viga	P	V220	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	V221	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V222	18 6 16	2 2 1	8 10 6	6,40 8,00 2,40	12,19	Baixo
Viga	P	V223	6 18 10 8	2 2 2 2	10 8 7 7	8,00 6,40 5,60 5,60	13,50	Baixo
Viga	P	V101	4 18 8 12 6	2 2 2 3 2	8 8 7 5 10	6,40 6,40 5,60 20,00 8,00	31,38	Médio

Viga	P	V102	12 18	2 2	5 8	4,00 6,40	8,86	Baixo
Viga	P	V103	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	V104	18 6 8	3 2 2	8 10 7	32,00 8,00 5,60	41,54	Médio
Viga	P	V105	6 18 8	2 2 2	10 8 7	8,00 6,40 5,60	12,80	Baixo
Viga	P	V106	18 6 8	2 2 2	8 10 7	6,40 8,00 5,60	12,80	Baixo
Viga	P	V108	12 8 18	2 2 2	5 7 8	4,00 5,60 6,40	10,24	Baixo
Viga	P	V109	6 12 8 18	2 3 2 2	10 5 7 8	8,00 20,00 5,60 6,40	30,00	Médio
Viga	P	V201	18 12 8 16	2 2 2 2	8 5 7 6	6,40 4,00 5,60 4,80	10,83	Baixo
Viga	P	V202	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V203	6 18	2 1	10 8	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	V204	18 6	1 2	8 10	3,20 8,00	10,29	Baixo
Viga	P	V205	18 8 6	1 2 2	8 7 10	3,20 5,60 8,00	12,19	Baixo
Viga	P	V206	6 18	1 1	10 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
Viga	P	V207	18 6	1 2	8 10	3,20 8,00	10,29	Baixo
Viga	P	V208	18 6 8	1 2 2	8 10 7	3,20 8,00 5,60	12,19	Baixo
Viga	P	V212	8	2	7	5,60	5,60	Baixo
Viga	P	V213	21 18 6	1 2 2	8 8 10	3,20 6,40 8,00	12,36	Baixo
Viga	P	V215	18 21 6	2 2 2	8 8 10	6,40 6,40 8,00	12,92	Baixo
Viga	P	V216	8 18 6	2 2 2	7 8 10	5,60 6,40 8,00	12,80	Baixo
Viga	P	V218	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V219	18 6 8	2 2 2	8 10 7	6,40 8,00 5,60	12,80	Baixo
Viga	P	V220	18 6	3 2	8 10	32,00 8,00	38,40	Médio
Viga	P	V221	18 6 9 21	2 2 2 2	8 10 6 8	6,40 8,00 4,80 6,40	13,50	Baixo
Viga	P	V222	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	V223	8 12 18 16 9	2 2 3 2 2	7 5 8 6 6	5,60 4,00 32,00 4,80 4,80	44,00	Médio
Viga	P	V1	18 12 6	2 2 1	8 5 10	6,40 4,00 4,00	9,96	Baixo
Viga	P	V2	18	1	8	3,20	3,20	Baixo

Viga	P	V3	18 12 6	2 2 1	8 5 10	6,40 4,00 4,00	9,96	Baixo
Viga	P	V4	18 12 6	2 2 1	8 5 10	6,40 4,00 4,00	9,96	Baixo
Viga	P	V5	18 12 6	2 2 1	8 5 10	6,40 4,00 4,00	9,96	Baixo
Laje	P	L1	6 16	2 2	10 6	8,00 4,80	11,00	Baixo
Laje	P	L2	2 6 12 10 18	2 2 2 2 2	3 10 5 7 7	2,40 8,00 4,00 5,60 5,60	13,50	Baixo
Laje	P	L3	18 6 2	2 2 2	7 10 3	5,60 8,00 2,40	12,00	Baixo
Laje	P	L4	6 2 18 10	3 2 2 2	10 3 7 7	40,00 2,40 5,60 5,60	50,15	Alto
Laje	P	L5	6 18 12 2 10	2 2 2 1 2	10 7 5 3 7	8,00 5,60 4,00 1,20 5,60	13,38	Baixo
Laje	P	L6	6 2 10 18 12	2 2 2 2 2	10 3 7 7 5	8,00 2,40 5,60 5,60 4,00	13,50	Baixo
Laje	P	L9	6 18	1 2	10 7	4,00 5,60	7,93	Baixo
Laje	P	L10	6 4 18	2 2 2	10 8 7	8,00 6,40 5,60	12,80	Baixo
Laje	P	L11	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L12	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L13	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L14	18 6 2 10 12	2 2 1 2 2	7 10 3 7 5	5,60 8,00 1,20 5,60 4,00	13,38	Baixo
Laje	P	L15	18 12 10 6 2	1 2 2 2 2	7 5 7 10 3	2,80 4,00 5,60 8,00 2,40	13,19	Baixo
Laje	P	L16	6 18 2 10	2 2 1 2	10 7 3 7	8,00 5,60 1,20 5,60	12,86	Baixo
Laje	P	L17	18 2 6 12	2 1 2 2	7 3 10 5	5,60 1,20 8,00 4,00	12,60	Baixo
Laje	P	L18	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L19	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L20	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L21	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L22	18	1	7	2,80	2,80	Baixo

Laje	P	L23	12 2 10 6 18	2 2 2 2 1	5 3 7 10 7	4,00 2,40 5,60 8,00 2,80	13,19	Baixo
Laje	P	L24	2 18 12 6 10	1 2 2 2 2	3 7 5 10 7	1,20 5,60 4,00 8,00 5,60	13,38	Baixo
Laje	P	L25	2 6 10 18	2 2 2 2	3 10 7 7	2,40 8,00 5,60 5,60	13,04	Baixo
Laje	P	L26	12 18 6 10	2 1 2 2	5 7 10 7	4,00 2,80 8,00 5,60	12,86	Baixo
Laje	P	L27	6 12 18 2 10	2 2 2 1 2	10 5 7 3 7	8,00 4,00 5,60 1,20 5,60	13,38	baixo
Laje	P	L28	6 18 10 2	2 2 2 1	10 7 7 3	8,00 5,60 5,60 1,20	12,86	Baixo
Laje	P	L30	18 6	2 1	7 10	5,60 4,00	7,93	Baixo
Laje	P	L31	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L31-A	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L32	6 18	3 2	10 7	40,00 5,60	44,91	Médio
Laje	P	L32-A	6 18	1 1	10 7	4,00 2,80	5,65	Baixo
Laje	P	L33	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L33-A	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L34	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L34-A	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L35	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L10-A	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L12-A	4 6 18	2 2 2	8 10 7	6,40 8,00 5,60	12,80	Baixo
Laje	P	L13-A	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L1	2 6 18 10	2 2 2 2	3 10 7 7	2,40 8,00 5,60 5,60	13,04	Baixo
Laje	P	L2	2 6 18 10	2 2 2 2	3 10 7 7	2,40 8,00 5,60 5,60	13,04	Baixo
Laje	P	L3	2 6 10 18	3 3 2 2	3 10 7 7	12,00 40,00 5,60 5,60	54,68	Alto
Laje	P	L4	2 6 18 10	3 2 2 2	3 10 7 7	12,00 8,00 5,60 5,60	19,38	Baixo
Laje	P	L5	2 6 18	3 2 2	3 10 7	12,00 8,00 5,60	18,38	Baixo
Laje	P	L6	18 2	1 1	7 3	2,80 1,20	3,64	Baixo

Laje	P	L7	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L8	6 4 18	3 2 2	10 8 7	40,00 6,40 5,60	49,23	Médio
Laje	P	L9	4 9 18 6	2 2 2 3	8 6 7 10	6,40 4,80 5,60 40,00	51,83	Alto
Laje	P	L10	6 18	3 2	10 7	40,00 5,60	44,91	Médio
Laje	P	L11	6 18	3 2	10 7	40,00 5,60	44,91	Médio
Laje	P	L12	6 18	3 1	10 7	40,00 2,80	42,62	Médio
Laje	P	L13	6 18	3 2	10 7	40,00 5,60	44,91	Médio
Laje	P	L14	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L15	2 6 18 10	2 2 2 2	3 10 7 7	2,40 8,00 5,60 5,60	13,04	Baixo
Laje	P	L16	2 18 6 10	3 2 2 2	3 7 10 7	12,00 5,60 8,00 5,60	19,38	Baixo
Laje	P	L17	2 18 6	2 2 2	3 7 10	2,40 5,60 8,00	12,00	Baixo
Laje	P	L18	2 18 6 10	2 2 2 2	3 7 10 7	2,40 5,60 8,00 5,60	13,04	Baixo
Laje	P	L19	18 6	2 2	7 10	5,60 8,00	11,29	Baixo
Laje	P	L20	18 6	2 2	7 10	5,60 8,00	11,29	Baixo
Laje	P	L21	18 6	1 2	7 10	2,80 8,00	10,07	Baixo
Laje	P	L22	18 6	2 2	7 10	5,60 8,00	11,29	Baixo
Laje	P	L23	2 6 18 10	2 2 2 2	3 10 7 7	2,40 8,00 5,60 5,60	13,04	Baixo
Laje	P	L24	6 2 10 18	3 3 2 2	10 3 7 7	40,00 12,00 5,60 5,60	54,68	Alto
Laje	P	L25	6 2 10 18	3 3 2 2	10 3 7 7	40,00 12,00 5,60 5,60	54,68	Alto
Laje	P	L26	2 6 18 10	3 3 2 2	3 10 7 7	12,00 40,00 5,60 5,60	54,68	Alto
Laje	P	L27	2 6 10 18	3 2 2 2	3 10 7 7	12,00 8,00 5,60 5,60	19,38	Baixo
Laje	P	L28	2 6 18	3 2 2	3 10 7	12,00 8,00 5,60	18,38	Baixo
Laje	P	L30	6 18 4	3 1 2	10 7 8	40,00 2,80 6,40	47,48	Médio
Laje	P	L31	6 18	3 2	10 7	40,00 5,60	44,91	Médio
Laje	P	L32	6 18	3 2	10 7	40,00 5,60	44,91	Médio

Laje	P	L33	6 2 18 9	3 2 2 2	10 3 7 6	40,00 2,40 5,60 4,80	49,70	Médio
Laje	P	L34	6 18	3 1	10 7	40,00 2,80	42,62	Médio
Laje	P	L35	6 18 2	3 2 1	10 7 3	40,00 5,60 1,20	45,81	Médio
Laje	P	L36	6 18 16 10	2 2 2 2	10 7 6 7	8,00 5,60 4,80 5,60	13,33	Baixo
Laje	P	L1	2 18 8	1 2 2	3 7 7	1,20 5,60 5,60	8,67	Baixo
Laje	P	L3	18 6	2 2	7 10	5,60 8,00	11,29	Baixo
Laje	P	L4	6 2 10	2 1 2	10 3 7	8,00 1,20 5,60	11,68	Baixo
Laje	P	L5	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,00	Baixo
Laje	P	L8	2 18 6 12 4	2 2 2 2 2	3 7 10 5 8	2,40 5,60 8,00 4,00 6,40	13,58	Baixo
Laje	P	L9	18 2 6	2 2 2	7 3 10	5,60 2,40 8,00	12,00	Baixo
Laje	P	L10	18 2 6 10 7	2 2 2 2 2	7 3 10 7 10	5,60 2,40 8,00 5,60 8,00	13,84	Baixo
Laje	P	L11	2 10 6 18 4	2 2 2 2 2	3 7 10 7 8	6,40 5,60 8,00 5,60 6,40	13,71	Baixo
Laje	P	L12	6 2 18	2 2 2	10 3 7	8,00 2,40 5,60	12,00	Baixo
Laje	P	L13	4 18 2 6 10	3 2 2 2 2	8 7 3 10 7	32,00 5,60 2,40 8,00 5,60	44,98	Médio
Laje	P	L14	12 6 18 10 2	1 2 2 2 1	5 10 7 7 3	2,00 8,00 5,60 5,60 1,20	13,14	Baixo
Laje	P	L15	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L22	2 12 18 6	1 2 1 1	3 5 7 10	1,20 4,00 2,80 4,00	6,67	Baixo
Laje	P	L23	18 6 12	1 1 2	7 10 5	2,80 4,00 4,00	6,52	Baixo
Laje	P	L25	18 10 6 2	2 2 2 2	7 7 10 3	5,60 5,60 8,00 2,40	13,04	Baixo
Laje	P	L26	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L27	2 6 16	2 1 1	3 10 6	2,40 4,00 2,40	6,18	Baixo
Laje	P	L32	6 2 18	2 1 1	10 3 7	8,00 1,20 2,80	10,67	Baixo

Laje	P	L33	6 2 10 18	2 2 2 2	10 3 7 7	8,00 2,40 5,60 5,60	13,04	Baixo
Laje	P	L34	6 2 10 18 12	2 2 2 2 2	10 3 7 7 5	8,00 2,40 5,60 5,60 4,00	13,50	Baixo
Laje	P	L35	6 2 18 10	2 2 2 2	10 3 7 7	8,00 2,40 5,60 5,60	13,04	Baixo
Laje	P	L1	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Laje	P	L2	18 16 10 6	2 1 2 1	7 6 7 10	5,60 2,40 5,60 4,00	9,42	Baixo
Escada	P	LE1	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Escada	P	LE2	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	LE3	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	VL2	18 10 2	2 2 1	7 7 5	5,60 5,60 2,00	8,82	Baixo
Escada	P	LE4	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Escada	P	VE1	6 12 18	2 2 1	10 5 7	8,00 4,00 2,80	11,68	Baixo
Escada	P	VE2	6 12 18	2 2 1	10 5 7	8,00 4,00 2,80	11,68	Baixo
Escada	P	VE3	6 16	1 1	10 6	4,00 2,40	5,50	Baixo

PLANILHA SINOPSE DOS DANOS

Edifício: Bloco F67 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 26 a 28 / 3 /2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Dano	Danos à estrutura	Pilar		Viga		Laje		Escada/ rampa		Cortina		Reservatórios		Bloco		Elemento arquitetônico		Geral	
		%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau
1	Segregação																		
2	Lixiviação / eflorescência	0,62	4,00	1,85	16,00	16,78	189,60	6,67	2,00									7,66	211,60
3	Desagregação																		
4	Esfoliação	4,35	44,80	1,48	22,40	2,68	76,80											2,55	144,00
5	Carbonatação ¹	2,48	22,40	0,74	11,20													0,81	33,60
6	Fissuração inaceitável	11,80	120,00	31,11	644,00	29,87	1.256,00	20,00	20,00									26,21	2.040,00
7	Flecha / flambagem					0,34	8,00											0,13	8,00
8	Desvio de geometria	13,05	176,40	10,37	154,00	0,34	5,60											6,72	336,00
9	Cobrimento insuficiente	2,48	9,60	3,71	40,80	0,67	9,60											2,15	60,00
10	Corrosão	2,48	22,40	2,96	44,80	12,08	201,60	6,67	5,60									6,59	274,40
11	Cloreto (presença)																		
12	Mancha	10,56	116,00	7,41	160,00	5,03	58,00	13,33	8,00									7,26	342,00
13	Deformação lenta																		
14	Carga acidental																		
15	Agressão ambiental																		
16	Infiltração / vazamento			2,59	26,40	1,34	14,40	6,67	2,40									1,61	43,20
17	Recalque / deslocamento																		
18	Nicho de concretagem	24,85	252,80	32,59	742,40	30,87	462,00	46,66	28,00									30,51	1.485,20
19	Esmagamento																		
20	Junta danificada	4,97	64,00	1,11	19,20													1,48	83,20
21	Junção de elementos	22,36	264,00	4,08	64,00													6,32	328,00
Nº. Elementos / grau de dano total		53	1.096,40	98	1.945,20	97	2.281,60	8	66,00									256	5.389,20
Mínimo/máximo grau de deterioração		3,20	57,53	3,20	60,58	2,80	54,68	2,80	11,68									2,80	60,58
Desvio padrão / média (Gde)		10,41	14,03	10,84	14,59	15,15	18,46	3,55	6,81									12,65	15,70
Fr. - principal / Gdf		5,00	40,09	5,00	39,04	4,00	48,03											Gde> 20 =39	
Fr. - secundária / Gdf																		Gd =41,98 (Alto)	

(1) considerados somente os elementos ensaiados

ANEXO B 3

SEGUNDO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco F67
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Documentos Fotográficos



BLOCO F67 - VISTA DA FACHADA SUL



BLOCO F67 – DETALHE DA COLETA DE MATERIAL PARA ENSAIO DE TEOR DE CLORETOS - PILAR P50



BLOCO F67 - COLETA DE MATERIAL PARA
ENSAIO DE TEOR DE CLORETOS - PILAR P5



BLOCO F67 – DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE CORROSÃO - PILAR P9



BLOCO F67 – DETERMINAÇÃO DA FRENTE DE CARBONATAÇÃO - PILAR P54

ANEXO C

TERCEIRO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco P03
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

ANEXO C 1

TERCEIRO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco P03
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Relatório Técnico de Vistoria e Relatório Técnico de Inspeção

RELATÓRIO TÉCNICO DE VISTORIA

Edifício: Bloco P03 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 10 a 12/03/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Identificação	(Fr)	Dano estrutural	(Fi)	Observação
Pilar	P1	P	8-21-12-1-9-10-5	2-2-2-2-2-2-2	
Pilar	P2	P	12-6-2-8	2-1-2-2	
Pilar	P3	P	8-4-1-12	2-3-1-2	
Pilar	P4	P	12-4-1-18-8	2-3-2-1-2	
Pilar	P5	P	8-12-4	2-2-2	
Pilar	P6	P	12-1	2-2	
Pilar	P7	P	12-1-9-10	2-2-2-2	
Pilar	P8	P	12-1	2-2	
Pilar	P9	P	12-1	2-2	
Pilar	P10	P	12-1-2-21	2-1-2-1	
Pilar	P11	P	21-12-8-6	2-2-2-2	
Pilar	P12	P	12-6-4-18-21-10-5-9	2-3-2-1-1-2-2-1	
Pilar	P13	P	12-8-21-6-1	2-2-1-1-1	
Pilar	P15	P	6	1	
Pilar	P17	P	6	1	
Pilar	P18	P	4	1	
Pilar	P19	P	12-1-6-18-21	2-3-2-1-1	
Pilar	P20	P	12-21-8-6-18	2-2-2-2-1	
Pilar	P21	P	18	2	
Pilar	P22	P	1-8-2-6-18	1-2-1-2-1	
Pilar	P23	P	6	1	
Pilar	P26	P	10-1-18-12-6	2-1-1-2-1	
Pilar	P27	P	8-12-6-1-21-5-9	2-2-2-2-2-2-1	
Pilar	P28	P	1-12-6	2-2-1	
Pilar	P29	P	6-1-21-18	3-2-2-1	
Pilar	P30	P	8-12-21-18-1	3-2-2-2-2	
Pilar	P31	P	8-12-6-21	2-2-1-2	
Pilar	P32	P	6	1	
Pilar	P33	P	12-6-1	2-1-1	
Pilar	P34	P	21-8-18-12	2-2-1-2	
Pilar	P35	P	8-12-6-18	2-2-1-1	
Pilar	P36	P	4-12-8-6	2-2-2-1	
Pilar	P37	P	8-12-21-6-1-5-9	2-2-2-1-2-2-2	
Pilar	P38	P	8-12-21-1-18-4	3-2-2-2-2-2	
Pilar	PF	P	17	2	
Pilar	PC-B	P	1	2	
Pilar	PC-C	P	1	2	
Viga	V4	P	4-18	2-1	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V5	P	18	2	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V6	P	18-4	2-2	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V8	P	18-4	2-2	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V9	P	6-18	1-1	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V10	P	9-10-18-12-6	2-2-2-2-1	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V11	P	6-1	1-1	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V15	P	18-6	2-1	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V16	P	18-8-12-6	2-2-3-1	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V17	P	1-18	2-2	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V18	P	4-18	3-2	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V19	P	18	2	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V20	P	18-4	3-3	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V21	P	18	2	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V23	P	18	2	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	V24	P	6-18	2-2	teto do subsolo/piso do térreo
Viga	VB14	P	17	2	baldrame do térreo
Viga	VB15	P	17	2	baldrame do térreo
Viga	VB17	P	7	2	baldrame do térreo
Viga	VB21	P	17	2	baldrame do térreo
Viga	V101	P	12-6-8	2-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V102	P	12-6-18	2-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V103	P	18-1-6	2-1-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V105	P	4	2	piso do 1º. pavimento
Viga	V106	P	8-2-18-6-1	2-1-2-2-1	piso do 1º. pavimento
Viga	V107	P	18-1-6-2	2-2-1-1	piso do 1º. pavimento

Viga	V108	P	18-6-2	1-2-1	piso do 1º. pavimento
Viga	V109	P	8-18-1	2-1-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V111	P	2-6-18	2-2-1	piso do 1º. pavimento
Viga	V112	P	1	1	piso do 1º. pavimento
Viga	V113	P	6-18	2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V114	P	4-6-12-18-21-2	1-2-2-2-1-1	piso do 1º. pavimento
Viga	V115	P	12-6-2-8-9-5-10	3-1-2-2-1-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V116	P	1	1	piso do 1º. pavimento
Viga	V117	P	4-6-1	3-1-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V120	P	1-6	1-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V121	P	8-12-18-1-9-5-10	2-3-2-2-1-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V122	P	6-18-8-1	1-1-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V123	P	1-6-18-8-2	2-2-1-2-1	piso do 1º. pavimento
Viga	V124	P	6-18-1-4	2-2-1-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V125	P	6-18-1	2-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V126	P	1-6-18-9	2-1-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V128	P	6-18-9-8	2-2-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V129	P	12-18-8-2-6-1	2-1-2-1-1-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V130	P	1-18-6-8	1-2-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V131	P	1-18-6-8	1-1-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V132	P	8-6-18-1	2-2-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V134	P	6-18	1-1	piso do 1º. pavimento
Viga	V135	P	18-1-6	2-1-1	piso do 1º. pavimento
Viga	V136	P	6-12-8	2-2-2	piso do 1º. pavimento
Viga	V137	P	12-6-8-18	3-2-2-1	piso do 1º. pavimento
Viga	V201	P	12-2-6-10-9-8-1-18	3-2-2-2-2-2-1	cobertura
Viga	V202	P	12-2-9-10-6-18-1	2-2-2-2-2-2-1	cobertura
Viga	V203	P	1	2	cobertura
Viga	V204	P	1	2	cobertura
Viga	V205	P	6-18-9-1	2-2-2-2	cobertura
Viga	V206	P	1-18-6-9	2-1-1-2	cobertura
Viga	V207	P	1-18-6-9-8	2-2-2-2-2	cobertura
Viga	V208	P	18	1	cobertura
Viga	V209	P	2-18-6-9-10-1	2-2-1-2-2-2	cobertura
Viga	V210	P	1-6-9-18-8	2-2-2-1-2	cobertura
Viga	V211	P	18	1	cobertura
Viga	V212	P	6-2-1	2-2-1	cobertura
Viga	V213	P	12-9-10-2-6-1-18-16	2-2-2-2-1-2-1-1	cobertura
Viga	V214	P	10-1-6	2-2-1	cobertura
Viga	V215	P	1-2-18	2-1-1	cobertura
Viga	V216	P	9-6-4	2-1-3	cobertura
Viga	V219	P	1-6	1-1	cobertura
Viga	V220	P	8-6-18-9-4	2-1-1-2-1-	cobertura
Viga	V221	P	6-8-18	1-2-1	cobertura
Viga	V222	P	8	2	cobertura
Viga	V223	P	18-2-8	2-1-2	cobertura
Viga	V224	P	18-6-4-1-8	2-1-2-1-2	cobertura
Viga	V225	P	18-4-1-6	2-1-1-1	cobertura
Viga	V227	P	18-6-9-1-8	2-1-2-1-2	cobertura
Viga	V228	P	4-6-12-1-18-8	1-1-2-1-1-2	cobertura
Viga	V229	P	18-4-6-2-9	1-1-1-1-2	cobertura
Viga	V230	P	6-18-2	1-2-1	cobertura
Viga	V231	P	6-18-2	1-2-1	cobertura
Viga	V232	P	18-6-1	1-1-2	cobertura
Viga	V233	P	18	1	cobertura
Viga	V234	P	1-6-12-2-4	3-2-2-1-2	cobertura
Viga	V235	P	12-8-9-1-18	3-2-2-1-2	cobertura
Viga	V301	P	2-9-12	1-2-2	cob. escada 1/piso casa máq.
Viga	V302	P	1-4	2-2	cob. escada 1/piso casa máq.
Viga	V304	P	18-2-6	2-2-2	cob. escada 1/piso casa máq.
Viga	V306	P	18-6	2-2	cob. escada 1/piso casa máq.
Viga	V307	P	12-1-18-6-2-9-10	2-2-2-1-2-2-2	cob. escada 1/piso casa máq.
Viga	V308	P	8-1	2-1	cob. escada 1/piso casa máq.
Viga	V309	P	8-1	2-1	cob. escada 1/piso casa máq.
Viga	V311	P	18-4	1-2	cob. escada 1/piso casa máq.
Viga	V312	P	12-2-9-6-1	2-1-2-2-2	cob. escada 1/piso casa máq.
Viga	V403	P	12	1	cobertura da casa máquinas
Viga	V404	P	12-18	2-1	cobertura da casa máquinas
Laje	L11	P	18	1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L12	P	18	1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L14	P	18	1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L15	P	18	1	teto do subsolo/piso do térreo

Laje	L16	P	18	1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L17	P	4	2	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L18	P	18	1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L20	P	18	1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L26	P	18	1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L27	P	18-4	1-1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L28	P	18	1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L29	P	18	1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L30	P	4-9-10	3-2-2	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L32	P	6	1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L33	P	18	1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L36	P	4-9	2-2	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L37	P	9-18-10	2-1-2	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L42	P	6-16-2	1-1-1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L43	P	9-10-2-6	2-2-1-1	teto do subsolo/piso do térreo
Laje	L45	P	9-10-16-6-2	2-2-2-1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L46	P	6	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L59	P	9-10	2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L60	P	9-10	2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L62	P	9-10-1	2-2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L63	P	6-2-18-	1-1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L64	P	1	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L65	P	1-9-18	2-2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L66	P	1	2	piso do 1º. pavimento
Laje	L67	P	9-6	2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L68	P	1	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L69	P	6-2-10-1	2-2-2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L70	P	2-6-10	1-1-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L71	P	6-2-10	2-2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L74	P	6-2	1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L75	P	1-2-9-10	1-1-2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L76	P	1-6	2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L77	P	1-12	1-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L79	P	1	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L80	P	6-2-10	1-1-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L81	P	6	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L82	P	2-6-10-1	2-1-2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L83	P	18-6-2	1-1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L86	P	1-2	2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L87	P	6	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L88	P	6-2	2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L89	P	9-10-1	2-2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L90	P	10-2	2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L91	P	4	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L92	P	4-6-2-16	1-1-1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L94	P	2-10-6	2-2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L95	P	1	2	piso do 1º. pavimento
Laje	L97	P	1	3	piso do 1º. pavimento
Laje	L98	P	1-6	3-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L99	P	1-9	2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L101	P	6-2-10	2-2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L102	P	10-6	2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L103	P	6-2	1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L104	P	6	2	piso do 1º. pavimento
Laje	L105	P	1-2-6-10	2-1-2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L106	P	18-1-2	1-1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L107	P	4	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L108	P	9-10-1	2-2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L109	P	2-1-9-10	2-2-2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L110	P	1-6-2	2-1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L111	P	10-6-2-1	2-2-2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L112	P	6	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L113	P	6-2	1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L115	P	6-2-10	1-1-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L116	P	1	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L117	P	1-2	1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L118	P	6-2	1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L119	P	6	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L120	P	9-1-10-2	2-2-2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L121	P	1-6-2	1-1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L122	P	9-10-1-2	2-2-2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L123	P	6-10-2-18	2-2-1-1	piso do 1º. pavimento

Laje	L124	P	6-2	1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L125	P	6-2-10-9	1-2-2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L126	P	6-2	1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L127	P	4	1	piso do 1º. pavimento
Laje	L128	P	18-6	1-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L129	P	6-2	1-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L130	P	2-6	2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L131	P	9-10-2-18	2-2-2-1	piso do 1º. pavimento
Laje	L132	P	1-6-10-2	2-2-2-2	piso do 1º. pavimento
Laje	L136	P	12	2	cobertura
Laje	L138	P	2-12	1-2	cobertura
Laje	L139	P	12	2	cobertura
Laje	L140	P	2	1	cobertura
Laje	L141	P	12	2	cobertura
Laje	L143	P	2-12	2-2	cobertura
Laje	L144	P	4	1	cobertura
Laje	L145	P	1-16-2	1-1-1	cobertura
Laje	L146	P	6	1	cobertura
Laje	L147	P	6-2	1-1	cobertura
Laje	L148	P	6-2	2-2	cobertura
Laje	L149	P	6-2	1-1	cobertura
Laje	L150	P	2-6	1-1	cobertura
Laje	L151	P	2-6	1-1	cobertura
Laje	L152	P	2-6	1-2	cobertura
Laje	L153	P	2-12-6-18	2-2-1-1	cobertura
Laje	L154	P	2	2	cobertura
Laje	L155	P	12	1	cobertura
Laje	L156	P	6-2-16	2-2-1	cobertura
Laje	L157	P	6-2	1-1	cobertura
Laje	L158	P	6-2-1	1-1-1	cobertura
Laje	L159	P	6-2	1-1	cobertura
Laje	L160	P	6	1	cobertura
Laje	L161	P	6-2	2-2	cobertura
Laje	L162	P	6-2-10	2-2-2	cobertura
Laje	L163	P	6-1	1-1	cobertura
Laje	L164	P	6-2	1-1	cobertura
Laje	L165	P	2-10-12-6	2-2-2-1	cobertura
Laje	L166	P	6-18	1-1	cobertura
Laje	L168	P	2-6-16	1-1-1	cobertura
Laje	L169	P	2	1	cobertura
Laje	L170	P	6-2	1-1	cobertura
Laje	L171	P	6-18-2	1-1-1	cobertura
Laje	L172	P	9-6	2-2	cobertura
Laje	L173	P	6-2-9	2-2-2	cobertura
Laje	L174	P	6-18	2-1	cobertura
Laje	L175	P	1-6	2-1	cobertura
Laje	L176	P	18	1	cobertura
Laje	L177	P	2-6	1-1	cobertura
Laje	L178	P	2-12	2-2	cobertura
Laje	L179	P	6	1	cobertura
Laje	L182	P	6-2	1-1	cobertura
Laje	L183	P	6-2-16	2-2-1	cobertura
Laje	L184	P	6-2	2-2	cobertura
Laje	L185	P	6-2	2-2	cobertura
Laje	L186	P	6-2	2-1	cobertura
Laje	L187	P	6-2	2-2	cobertura
Laje	L189	P	2-6-16-10	2-2-2-2	cobertura
Laje	L190	P	2-6	2-2	cobertura
Laje	L191	P	6-2	2-2	cobertura
Laje	L192	P	4	2	cobertura
Laje	L193	P	16	1	cobertura
Laje	L194	P	6	1	cobertura
Laje	L195	P	6-2-16	2-2-1	cobertura
Laje	L196	P	2-6-12	2-2-2	cobertura
Laje	L197	P	1-6-2	1-1-1	cobertura
Laje	L198	P	6-1-9-2	2-2-2-2	cobertura
Laje	L199	P	6-2-16	2-2-1	cobertura
Laje	L200	P	18-6	1-1	cobertura
Laje	L201	P	12-6-2	2-2-2	cobertura
Laje	L202	P	6-2	2-2	cobertura
Laje	L203	P	6-2-9	2-2-2	cobertura
Laje	L204	P	6-4-2	2-1-1	cobertura

Laje	L205	P	16	1	cobertura
Laje	L206	P	1-9	2-2	cobertura
Laje	L207	P	6-18-2-16	1-1-1-1	cobertura
Laje	L208	P	6-2	2-2	cobertura
Laje	L209	P	6-2	1-1	cobertura
Laje	L210	P	6-2	2-1	cobertura
Laje	L211	P	6-2	1-1	cobertura
Laje	L214	P	6-9-2	1-2-2	cobertura
Laje	L215	P	2-6	2-1	cobertura
Laje	L216	P	2-9-10	2-2-2	cobertura
Laje	L217	P	16-12-4-2	1-2-1-1	cobertura
Laje	L218	P	12-16	2-1	cobertura
Laje	L219	P	4-9	2-2	cobertura
Laje	L221	P	1-12	2-2	cobertura
Laje	L224	P	9-10-16-2	2-2-2-2	cob. escada 1/piso casa máq.
Laje	L226	P	2	1	cob. escada 1/piso casa máq.
Laje	L227	P	2	2	cob. escada 1/piso casa máq.
Laje	L230	P	2-6	2-2	cob. escada 1/piso casa máq.
Laje	L231	P	4-8-18-6	3-2-1-1	cobertura casa de máquina
Escada	LEE11	P	21-4	1-1	de emergência
Escada	LEE12	P	1	1	de emergência
Escada	PEE6	P	4	1	de emergência
Escada	VEE12	P	1	1	de emergência
Escada	VEE11	P	4	1	de emergência
Escada	VEE9	P	1-4-12	2-2-2	de emergência
Escada	VEE8	P	1-4-12	2-2-3	de emergência
Escada	VEE7	P	12-1	3-2	de emergência
Escada	VEE6	P	1	2	de emergência
Escada	VEE2	P	8-18-6	2-2-1	de emergência
Escada	P1-A	P	6-10-1-8-21	3-2-2-2-1	de emergência
Escada	P2-A	P	1-18-8-9-10	2-1-2-2-2	de emergência
Escada	PE2	P	1	2	nº. 1
Escada	PE3	P	18	2	nº. 1
Escada	LE7	P	18	1	nº. 2
Cortina	VM9	P	9-10	2-2	Subsolo

RELATÓRIO TÉCNICO DE INSPEÇÃO

Edifício: Bloco P03 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 20 a 21/05/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Identificação	Área nº. 1: Pilar P1								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	S	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	25,50	0,00	17,90	10,90	12,60	10,90	12,97	8,46	65,23
Carbonatação (mm)	32,20	27,80	19,30	13,10	11,70	16,80	20,15	8,21	40,74
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-6,70	-27,80	-1,40	-2,20	0,90	-5,90	-7,18	10,49	146,10
Potencial de Corrosão (V)	-0,223	-0,192	-0,300	-0,252	-0,371	-0,255	-0,2655	0,06	22,60

Identificação	Área nº. 2: Pilar P12								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	23,40	21,20	27,60	26,30	23,90	25,60	24,67	2,30	9,32
Carbonatação (mm)	23,70	16,10	15,50	23,90	24,30	20,70	20,70	4,01	19,37
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-0,30	5,10	12,10	2,40	-0,40	4,90	3,97	4,65	117,13
Potencial de Corrosão (V)	-0,359	-0,241	-0,259	-0,283	-0,206	-0,228	-0,2627	0,05	19,03

Identificação	Área nº. 3: Pilar P27								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	16,30	16,40	19,20	25,40	20,50	16,70	19,08	3,54	18,55
Carbonatação (mm)	16,30	16,40	19,20	28,20	20,50	16,70	19,55	4,57	23,38
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	0,00	0,00	0,00	-2,80	0,00	0,00	-0,47	1,14	242,55
Potencial de Corrosão (V)	-0,166	-0,105	-0,110	-0,239	-0,263	-0,132	-0,1692	0,07	41,37

Identificação	Área nº. 4: Pilar P37								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	33,90	0,20	30,10	7,00	10,50	19,60	16,88	13,33	78,97
Carbonatação (mm)	24,10	24,60	25,00	22,10	24,30	29,00	24,85	2,27	9,13
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	9,80	-24,40	5,10	-15,10	-13,80	-9,40	-7,97	12,99	162,99
Potencial de Corrosão (V)	-0,200	-0,160	-0,117	-0,269	-0,068	-0,081	-0,1492	0,08	53,62

Identificação	Área nº. 5: Viga V121								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	31,30	30,30	30,70	21,20	16,70	26,00	26,03	5,97	22,94
Carbonatação (mm)	14,70	35,80	22,00	23,70	12,90	19,30	21,40	8,18	38,22
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	16,60	-5,50	8,70	-2,50	3,80	6,70	4,63	7,98	172,35
Potencial de Corrosão (V)	-0,091	-0,145	-0,133	-0,090	-0,350	-0,152	-0,160	0,10	62,50

Identificação	Área nº. 6: Viga V115								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	12,90	11,80	11,60	13,60	13,90	14,40	13,03	1,14	8,75
Carbonatação (mm)	26,40	13,40	13,90	14,80	15,20	15,50	16,53	4,90	29,64
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-13,50	-1,60	-2,30	-1,20	-1,30	-1,10	-3,50	4,92	140,57
Potencial de Corrosão (V)	-0,329	-0,175	-0,122	-0,177	-0,438	-0,180	-0,237	0,12	50,63

Valores gerais da inspeção

Dados pesquisados	Média	Desvio padrão (s)	Coefficiente de variação (Cv) em %
Cobrimento (mm)	18,78	8,40	44,73
Carbonatação (mm)	20,53	5,91	28,79
Exposição (mm)	-1,75	8,99	513,71
Potencial de Corrosão (V)	-0,207	0,09	43,48

Nota: Os valores em negrito, constantes das áreas de 1 a 6, foram os considerados para efeito de introdução no relatório técnico de vistoria do dano estrutural (D) e de seu respectivo fator de intensidade (Fi), pois foram os mais elevados e prejudiciais.

ANEXO C 2

TERCEIRO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco P03
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR
Planilhas de Cálculo

FORMULÁRIO PARA O CÁLCULO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DO ELEMENTO (Gde)

Edifício: Bloco P03 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 10 a 12/04/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Relevância estrutural	Identificação	Dano estrutural	Fator de intensidade (Fi)	Fator de ponderação (Fp)	Grau do dano (D)	Grau de deterioração (Gde)	Nível de deterioração
Pilar	P	P1	8 21 12 1 9 10 5	2 2 2 2 2 2 2	9 10 5 6 6 7 7	7,20 8,00 4,00 4,80 4,80 5,60 5,60	14,40	Baixo
Pilar	P	P2	12 6 2 8	2 1 2 2	5 10 5 9	4,00 4,00 4,00 7,20	11,70	Baixo
Pilar	P	P3	8 4 1 12	2 3 1 2	9 8 6 5	7,20 32,00 2,40 4,00	41,54	Médio
Pilar	P	P4	12 4 1 18 8	2 3 2 1 2	5 8 6 8 9	4,00 32,00 4,80 3,20 7,20	44,00	Médio
Pilar	P	P5	8 12 4	2 2 2	9 5 8	7,20 4,00 6,40	11,45	Baixo
Pilar	P	P6	12 1	2 2	5 6	4,00 4,80	6,98	Baixo
Pilar	P	P7	12 1 9 10	2 2 2 2	5 6 6 7	4,00 4,80 4,80 5,60	9,57	Baixo
Pilar	P	P8	12 1	2 2	5 6	4,00 4,80	6,98	Baixo
Pilar	P	P9	12 1	2 2	5 6	4,00 4,80	6,98	Baixo
Pilar	P	P10	12 1 2 21	2 1 2 1	5 6 5 10	4,00 2,40 4,00 4,00	6,89	Baixo
Pilar	P	P11	21 12 8 6	2 2 2 2	10 5 9 10	8,00 4,00 7,20 8,00	13,65	Baixo
Pilar	P	P12	12 6 4 18 21 10 5 9	2 3 2 1 1 2 2 1	5 10 8 8 10 7 7 6	4,00 40,00 6,40 3,20 4,00 5,60 5,60 2,40	57,53	Alto
Pilar	P	P13	12 8 21 6 1	2 2 1 1 1	5 9 10 10	4,00 7,20 4,00 4,00	11,70	Baixo
Pilar	P	P15	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Pilar	P	P17	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Pilar	P	P18	4	1	8	3,20	3,20	Baixo
Pilar	P	P19	12 1 6 18 21	2 3 2 1 1	5 6 10 8 10	4,00 24,00 8,00 3,20 4,00	34,67	Médio

Pilar	P	P20	12 21 8 6 18	2 2 2 2 1	5 10 9 10 8	4,00 8,00 7,20 8,00 3,20	13,89	Baixo
Pilar	P	P21	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	P22	1 8 2 6 18	1 2 1 2 1	6 9 5 10 8	2,40 7,20 2,00 8,00 3,20	13,19	Baixo
Pilar	P	P23	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Pilar	P	P26	10 1 18 12 6	2 1 1 2 1	7 6 8 5 10	5,60 2,40 3,20 4,00 4,00	9,57	Baixo
Pilar	P	P27	8 12 6 1 21 5 9	2 2 2 2 2 2 1	9 5 10 6 10 7 6	7,20 4,00 8,00 4,80 8,00 5,60 2,40	14,40	Baixo
Pilar	P	P28	1 12 6	2 2 1	6 5 10	4,80 4,00 4,00	7,80	Baixo
Pilar	P	P29	6 1 21 18	3 2 2 1	10 6 10 8	40,00 4,80 8,00 3,20	51,43	Alto
Pilar	P	P30	8 12 21 18 1	3 2 2 2 2	9 5 10 8 6	36,00 4,00 8,00 6,40 4,80	50,11	Alto
Pilar	P	P31	8 12 6 21	2 2 1 2	9 5 10 10	7,20 4,00 4,00 8,00	13,24	Baixo
Pilar	P	P32	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Pilar	P	P33	12 6 1	2 1 1	5 10 6	4,00 4,00 2,40	6,46	Baixo
Pilar	P	P34	21 8 18 12	2 2 1 2	10 9 8 5	8,00 7,20 3,20 4,00	13,14	Baixo
Pilar	P	P35	8 12 6 18	2 2 1 1	9 5 10 8	7,20 4,00 4,00 3,20	11,58	Baixo
Pilar	P	P36	4 12 8 6	2 2 2 1	8 5 9 10	6,40 4,00 7,20 4,00	12,00	Baixo
Pilar	P	P37	8 12 21 6 1 5 9	2 2 2 1 2 2 2	9 5 10 10 6 7 6	7,20 4,00 8,00 4,00 4,80 5,60 4,80	14,33	Baixo
Pilar	P	P38	8 12 21 1 18 4	3 2 2 2 2 2	9 5 10 6 8 8	36,00 4,00 8,00 4,80 6,40 6,40	52,24	Alto
Pilar	P	PF	17	2	10	8,00	8,00	Baixo
Pilar	P	PC-B	1	2	6	4,80	4,80	Baixo
Pilar	P	PC-C	1	2	6	4,80	4,80	Baixo
Viga	P	V4	4 18	2 1	8 8	6,40 3,20	8,53	Baixo

Viga	P	V5	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	V6	18 4	2 2	8 8	6,40 6,40	9,60	Baixo
Viga	P	V8	18 4	2 2	8 8	6,40 6,40	9,60	Baixo
Viga	P	V9	6 18	1 1	10 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
Viga	P	V10	9 10 18 12 6	2 2 2 2 1	6 7 8 5 10	4,80 5,60 6,40 4,00 4,00	11,15	Baixo
Viga	P	V11	6 1	1 1	10 4	4,00 1,60	5,14	Baixo
Viga	P	V15	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	V16	18 8 12 6	2 2 3 1	8 7 5 10	6,40 5,60 20,00 4,00	28,89	Médio
Viga	P	V17	1 18	2 2	4 8	3,20 6,40	8,53	Baixo
Viga	P	V18	4 18	3 2	8 8	32,00 6,40	37,33	Médio
Viga	P	V19	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	V20	18 4	3 3	8 8	32,00 32,00	48,00	Médio
Viga	P	V21	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	V23	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	V24	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	VB14	17	2	10	8,00	8,00	Baixo
Viga	P	VB15	17	2	10	8,00	8,00	Baixo
Viga	P	VB17	7	2	10	8,00	8,00	Baixo
Viga	P	VB21	17	2	10	8,00	8,00	Baixo
Viga	P	V101	12 6 8	2 2 2	5 10 7	4,00 8,00 5,60	12,36	Baixo
Viga	P	V102	12 6 18	2 2 2	5 10 8	4,00 8,00 6,40	12,52	Baixo
Viga	P	V103	18 1 6	2 1 2	8 4 10	6,40 1,60 8,00	12,00	Baixo
Viga	P	V105	4	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	V106	8 2 18 6 1	2 1 2 2 1	7 5 8 10 4	5,60 2,00 6,40 8,00 1,60	13,29	Baixo
Viga	P	V107	18 1 6 2	2 2 1 1	8 4 10 5	6,40 3,20 4,00 2,00	10,17	Baixo
Viga	P	V108	18 6 2	1 2 1	8 10 5	3,20 8,00 2,00	11,15	Baixo
Viga	P	V109	8 18 1	2 1 2	7 8 4	5,60 3,20 3,20	8,59	Baixo
Viga	P	V111	2 6 18	2 2 1	5 10 8	4,00 8,00 3,20	11,79	Baixo
Viga	P	V112	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V113	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V114	4 6 12 18 21 2	1 2 2 2 1 1	8 10 5 8 8 5	3,20 8,00 4,00 6,40 3,20 2,00	13,61	Baixo

Viga	P	V115	12 6 2 8 9 5 10	3 1 2 2 1 2 2	5 10 5 7 6 7 7	20,00 4,00 4,00 5,60 2,40 5,60 5,60	31,53	Médio
Viga	P	V116	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V117	4 6 1	3 1 2	8 10 4	32,00 4,00 3,20	37,88	Baixo
Viga	P	V120	1 6	1 2	4 10	1,60 8,00	9,33	Baixo
Viga	P	V121	8 12 18 1 9 5 10	2 3 2 2 1 2 2	7 5 8 4 6 7 7	5,60 20,00 6,40 3,20 2,40 5,60 5,60	31,80	Médio
Viga	P	V122	6 18 8 1	1 1 2 2	10 8 7 4	4,00 3,20 5,60 3,20	9,24	Baixo
Viga	P	V123	1 6 18 8 2	2 2 1 2 1	4 10 8 7 5	3,20 8,00 3,20 5,60 2,00	13,09	Baixo
Viga	P	V124	6 18 1 4	2 2 1 2	10 8 4 8	8,00 6,40 1,60 6,40	13,14	Baixo
Viga	P	V125	6 18 1	2 2 2	10 8 4	8,00 6,40 3,20	12,36	Baixo
Viga	P	V126	1 6 18 9	2 1 2 2	4 10 8 6	3,20 4,00 6,40 4,80	10,57	Baixo
Viga	P	V128	6 18 9 8	2 2 2 2	10 8 6 7	8,00 6,40 4,80 5,60	13,42	Baixo
Viga	P	V129	12 18 8 2 6 1	2 1 2 1 1 2	5 8 7 5 10 4	4,00 3,20 5,60 2,00 4,00 3,20	9,77	Baixo
Viga	P	V130	1 18 6 8	1 2 2 2	4 8 10 7	1,60 6,40 8,00 5,60	13,04	Baixo
Viga	P	V131	1 18 6 8	1 1 2 2	4 8 10 7	1,60 3,20 8,00 5,60	12,52	Baixo
Viga	P	V132	8 6 18 1	2 2 2 2	7 10 8 4	5,60 8,00 6,40 3,20	13,24	Baixo
Viga	P	V134	6 18	1 1	10 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
Viga	P	V135	18 1 6	2 1 1	8 4 10	6,40 1,60 4,00	9,39	Baixo
Viga	P	V136	6 12 8	2 2 2	10 5 7	8,00 4,00 5,60	12,36	Baixo
Viga	P	V137	12 6 8 18	3 2 2 1	5 10 7 8	20,00 8,00 5,60 3,20	29,13	Médio

Viga	P	V201	12 2 6 10 9 8 1 18	3 2 2 2 2 2 2 1	5 5 10 7 6 7 4 8	20,00 4,00 8,00 5,60 4,80 5,60 3,20 3,20	32,65	Médio
Viga	P	V202	12 2 9 10 6 18 1	2 2 2 2 2 2 1	5 5 6 7 10 8 4	4,00 4,00 4,80 5,60 8,00 6,40 1,60	14,14	Baixo
Viga	P	V203	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V204	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V205	6 18 9 1	2 2 2 2	10 8 6 4	8,00 6,40 4,80 3,20	13,14	Baixo
Viga	P	V206	1 18 6 9	2 1 1 2	4 8 10 6	3,20 3,20 4,00 4,80	8,08	Baixo
Viga	P	V207	1 18 6 9 8	2 2 2 2 2	4 8 10 6 7	3,20 6,40 8,00 4,80 5,60	13,71	Baixo
Viga	P	V208	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V209	2 18 6 9 10 1	2 2 1 2 2 2	5 8 10 6 7 4	4,00 6,40 4,00 4,80 5,60 3,20	11,34	Baixo
Viga	P	V210	1 6 9 18 8	2 2 2 1 2	4 10 6 8 7	3,20 8,00 4,80 3,20 5,60	13,42	Baio
Viga	P	V211	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V212	6 2 1	2 2 1	10 5 4	8,00 4,00 1,60	11,29	Baixo
Viga	P	V213	12 9 10 2 6 1 18 16	2 2 2 2 1 2 1 1	5 6 7 5 10 4 8 6	4,00 4,80 5,60 4,00 4,00 3,20 3,20 2,40	10,19	Baixo
Viga	P	V214	10 1 6	2 2 1	7 4 10	5,60 3,20 4,00	8,75	Baixo
Viga	P	V215	1 2 18	2 1 1	4 5 8	3,20 2,00 3,20	5,18	Baixo
Viga	P	V216	9 6 4	2 1 3	6 10 8	4,80 4,00 32,00	38,90	Baixo
Viga	P	V219	1 6	1 1	4 10	1,60 4,00	5,14	Baixo
Viga	P	V220	8 6 18 9 4	2 1 1 2 1	7 10 8 6 8	5,60 4,00 3,20 4,80 3,20	9,69	Baixo
Viga	P	V221	6 8 18	1 2 1	10 7 8	4,00 5,60 3,20	8,75	Baixo
Viga	P	V222	8	2	7	5,60	5,60	Baixo

Viga	P	V223	18 2 8	2 1 2	8 5 7	6,40 2,00 5,60	9,87	Baixo
Viga	P	V224	18 6 4 1 8	2 1 2 1 2	8 10 8 4 7	6,40 4,00 6,40 1,60 5,60	11,09	Baixo
Viga	P	V225	18 4 1 6	2 1 1 1	8 8 4 10	6,40 3,20 1,60 4,00	10,11	Baixo
Viga	P	V227	18 6 9 1 8	2 1 2 1 2	8 10 6 4 7	6,40 4,00 4,80 1,60 5,60	10,97	Baixo
Viga	P	V228	4 6 12 1 18 8	1 1 2 1 1 2	8 10 5 4 8 7	3,20 4,00 4,00 1,60 3,20 5,60	9,75	Baixo
Viga	P	V229	18 4 6 2 9	1 1 1 1 2	8 8 10 5 6	3,20 3,20 4,00 2,00 4,80	8,26	Baixo
Viga	P	V230	6 18 2	1 2 1	10 8 5	4,00 6,40 2,00	9,50	Baixo
Viga	P	V231	6 18 2	1 2 1	10 8 5	4,00 6,40 2,00	9,50	Baixo
Viga	P	V232	18 6 1	1 1 2	8 10 4	3,20 4,00 3,20	6,46	Baixo
Viga	P	V233	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V234	1 6 12 2 4	3 2 2 1 2	4 10 5 5 8	16,00 8,00 4,00 2,00 6,40	24,97	Médio
Viga	P	V235	12 8 9 1 18	3 2 2 1 2	5 7 6 4 8	20,00 5,60 4,80 1,60 6,40	29,58	Médio
Viga	P	V301	2 9 12	1 2 2	5 6 5	2,00 4,80 4,00	7,47	Baixo
Viga	P	V302	1 4	2 2	4 8	3,20 6,40	8,53	Baixo
Viga	P	V304	18 2 6	2 2 2	8 5 10	6,40 4,00 8,00	12,52	Baixo
Viga	P	V306	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	V307	12 1 18 6 2 9 10	2 2 2 1 2 2 2	5 4 8 10 5 6 7	4,00 3,20 6,40 4,00 4,00 4,80 5,60	11,52	Baixo
Viga	P	V308	8 1	2 1	7 4	5,60 1,60	6,84	Baixo
Viga	P	V309	8 1	2 1	7 4	5,60 1,60	6,84	Baixo
Viga	P	V311	18 4	1 2	8 8	3,20 6,40	8,53	Baixo

Viga	P	V312	12 2 9 6 1	2 1 2 2 2	5 5 6 10 4	4,00 2,00 4,80 8,00 3,20	13,09	Baixo
Viga	P	V403	12	1	5	2,00	2,00	Baixo
Viga	P	V404	12 18	2 1	5 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
Laje	P	L11	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L12	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L14	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L15	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L16	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L17	4	2	8	6,40	6,40	Baixo
Laje	P	L18	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L20	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L26	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L27	18 4	1 1	7 8	2,80 3,20	4,69	Baixo
Laje	P	L28	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L29	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L30	4 9 10	3 2 2	8 6 7	32,00 4,80 5,60	39,85	Médio
Laje	P	L32	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L33	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L36	4 9	2 2	8 6	6,40 4,80	9,14	Baixo
Laje	P	L37	9 18 10	2 1 2	6 7 7	4,80 2,80 5,60	8,82	Baixo
Laje	P	L42	6 16 2	1 1 1	10 6 3	4,00 2,40 1,20	5,89	Baixo
Laje	P	L43	9 10 2 6	2 2 1 1	6 7 3 10	4,80 5,60 1,20 4,00	9,19	Baixo
Laje	P	L45	9 10 16 6 2	2 2 2 1 1	6 7 6 10 3	4,80 5,60 4,80 4,00 1,20	9,66	Baixo
Laje	P	L46	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L59	9 10	2 2	6 7	4,80 5,60	8,18	Baixo
Laje	P	L60	9 10	2 2	6 7	4,80 5,60	8,18	Baixo
Laje	P	L62	9 10 1	2 2 1	6 7 5	4,80 5,60 2,00	8,67	Baixo
Laje	P	L63	6 2 18	1 1 1	10 3 7	4,00 1,20 2,80	6,00	Baixo
Laje	P	L64	1	1	5	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	L65	1 9 18	2 2 1	5 6 7	4,00 4,80 2,80	7,61	Baixo
Laje	P	L66	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L67	9 6	2 1	6 10	4,80 4,00	6,98	Baixo
Laje	P	L68	1	1	5	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	L69	6 2 10 1	2 2 2 2	10 3 7 5	8,00 2,40 5,60 4,00	12,80	Baixo
Laje	P	L70	2 6 10	1 1 2	3 10 7	1,20 4,00 5,60	8,30	Baixo
Laje	P	L71	6 2 10	2 2 2	10 3 7	8,00 2,40 5,60	12,00	Baixo

Laje	P	L74	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L75	1 2 9 10	1 1 2 2	5 3 6 7	2,00 1,20 4,80 5,60	8,89	Baixo
Laje	P	L76	1 6	2 1	5 10	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L77	1 12	1 2	5 5	2,00 4,00	5,33	Baixo
Laje	P	L79	1	1	5	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	L80	6 2 10	1 1 2	10 3 7	4,00 1,20 5,60	8,30	Baixo
Laje	P	L81	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L82	2 6 10 1	2 1 2 1	3 10 7 5	2,40 4,00 5,60 2,00	8,96	Baixo
Laje	P	L83	18 6 2	1 1 1	7 10 3	2,80 4,00 1,20	6,00	Baixo
Laje	P	L86	1 2	2 2	5 3	4,00 2,40	5,50	Baixo
Laje	P	L87	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L88	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L89	9 10 1	2 2 1	6 7 5	4,80 5,60 2,00	8,67	Baixo
Laje	P	L90	10 2	2 1	7 3	5,60 1,20	6,59	Baixo
Laje	P	L91	4	1	8	3,20	3,20	Baixo
Laje	P	L92	4 6 2 16	1 1 1 1	8 10 3 6	3,20 4,00 1,20 2,40	6,52	Baixo
Laje	P	L94	2 10 6	2 2 2	3 7 10	2,40 5,60 8,00	12,00	Baixo
Laje	P	L95	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L97	1	3	5	20,00	20,00	Baixo
Laje	P	L98	1 6	3 1	5 10	20,00 4,00	23,33	Médio
Laje	P	L99	1 9	2 2	5 6	4,00 4,80	6,98	Baixo
Laje	P	L101	6 2 10	2 2 2	10 3 7	8,00 2,40 5,60	12,00	Baixo
Laje	P	L102	10 6	2 1	7 10	5,60 4,00	7,93	Baixo
Laje	P	L103	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L104	6	2	10	8,00	8,00	Baixo
Laje	P	L105	1 2 6 10	2 1 2 2	5 3 10 7	4,00 1,20 8,00 5,60	12,60	Baixo
Laje	P	L106	18 1 2	1 1 1	7 5 3	2,80 2,00 1,20	4,29	Baixo
Laje	P	L107	4	1	8	3,20	3,20	Baixo
Laje	P	L108	9 10 1	2 2 1	6 7 5	4,80 5,60 2,00	8,67	Baixo
Laje	P	L109	2 1 9 10	2 2 2 2	3 5 6 7	2,40 4,00 4,80 5,60	9,33	Baixo
Laje	P	L110	1 6 2	2 1 1	5 10 3	4,00 4,00 1,20	6,26	Baixo

Laje	P	L111	10 6 2 1	2 2 2 2	7 10 3 5	5,60 8,00 2,40 4,00	12,80	Baixo
Laje	P	L112	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L113	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L115	6 2 10	1 1 2	10 3 7	4,00 1,20 5,60	8,30	Baixo
Laje	P	L116	1	1	5	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	L117	1 2	1 1	5 3	2,00 1,20	2,75	Baixo
Laje	P	L118	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L119	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L120	9 1 10 2	2 2 2 1	6 5 7 3	4,80 4,00 5,60 1,20	9,19	Baixo
Laje	P	L121	1 6 2	1 1 1	5 10 3	2,00 4,00 1,20	5,78	Baixo
Laje	P	L122	9 10 1 2	2 2 2 1	6 7 5 3	4,80 5,60 4,00 1,20	9,19	Baixo
Laje	P	L123	6 10 2 18	2 2 1 1	10 7 3 7	8,00 5,60 1,20 2,80	12,36	Baixo
Laje	P	L124	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L125	6 2 10 9	1 2 2 2	10 3 7 6	4,00 2,40 5,60 4,80	9,33	Baixo
Laje	P	L126	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L127	4	1	8	3,20	3,20	Baixo
Laje	P	L128	18 6	1 1	7 10	2,80 4,00	5,65	Baixo
Laje	P	L129	6 2	1 2	10 3	4,00 2,40	5,50	Baixo
Laje	P	L130	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L131	9 10 2 18	2 2 2 1	6 7 3 7	4,80 5,60 2,40 2,80	9,19	Baixo
Laje	P	L132	1 6 10 2	2 2 2 2	5 10 7 3	4,00 8,00 5,60 2,40	12,80	Baixo
Laje	P	L136	12	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L138	2 12	1 2	3 5	1,20 4,00	4,92	Baixo
Laje	P	L139	12	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L140	2	1	3	1,20	1,20	Baixo
Laje	P	L141	12	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L143	2 12	2 2	3 5	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L144	4	1	8	3,20	3,20	Baixo
Laje	P	L145	1 16 2	1 1 1	5 6 3	2,00 2,40 1,20	3,77	Baixo
Laje	P	L146	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L147	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L148	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L149	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo

Laje	P	L150	2 6	1 1	3 10	1,20 4,00	4,92	Baixo
Laje	P	L151	2 6	1 1	3 10	1,20 4,00	4,92	Baixo
Laje	P	L152	2 6	1 2	3 10	1,20 8,00	9,04	Baixo
Laje	P	L153	2 12 6 18	2 2 1 1	3 5 10 7	2,40 4,00 4,00 2,80	6,79	Baixo
Laje	P	L154	2	2	3	2,40	2,40	Baixo
Laje	P	L155	12	1	5	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	L156	6 2 16	2 2 1	10 3 6	8,00 2,40 2,40	11,00	Baixo
Laje	P	L157	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L158	6 2 1	1 1 1	10 3 5	4,00 1,20 2,00	5,78	Baixo
Laje	P	L159	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L160	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L161	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L162	6 2 10	2 2 2	10 3 7	8,00 2,40 5,60	12,00	Baixo
Laje	P	L163	6 1	1 1	10 5	4,00 2,00	5,33	Baixo
Laje	P	L164	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L165	2 10 12 6	2 2 2 1	3 7 5 10	2,40 5,60 4,00 4,00	9,24	Baixo
Laje	P	L166	6 18	1 1	10 7	4,00 2,80	5,65	Baixo
Laje	P	L168	2 6 16	1 1 1	3 10 6	1,20 4,00 2,40	5,89	Baixo
Laje	P	L169	2	1	3	1,20	1,20	Baixo
Laje	P	L170	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L171	6 18 2	1 1 1	10 7 3	4,00 2,80 1,20	6,00	Baixo
Laje	P	L172	9 6	2 2	6 10	4,80 8,00	11,00	Baixo
Laje	P	L173	6 2 9	2 2 2	10 3 6	8,00 2,40 4,80	11,79	Baixo
Laje	P	L174	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L175	1 6	2 1	5 10	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L176	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L177	2 6	1 1	3 10	1,20 4,00	4,92	Baixo
Laje	P	L178	2 12	2 2	3 5	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L179	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L182	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L183	6 2 16	2 2 1	10 3 6	8,00 2,40 2,40	11,00	Baixo
Laje	P	L184	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L185	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L186	6 2	2 1	10 3	8,00 1,20	9,04	Baixo

Laje	P	L187	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L189	2 6 16 10	2 2 2 2	3 10 6 7	2,40 8,00 4,80 5,60	12,92	Baixo
Laje	P	L190	2 6	2 2	3 10	2,40 8,00	9,85	Baixo
Laje	P	L191	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L192	4	2	8	6,40	6,40	Baixo
Laje	P	L193	16	1	6	2,40	2,40	Baixo
Laje	P	L194	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L195	6 2 16	2 2 1	10 3 6	8,00 2,40 2,40	11,00	Baixo
Laje	P	L196	2 6 12	2 2 2	3 10 5	2,40 8,00 4,00	11,56	Baixo
Laje	P	L197	1 6 2	1 1 1	5 10 3	2,00 4,00 1,20	5,78	Baixo
Laje	P	L198	6 1 9 2	2 2 2 2	10 5 6 3	8,00 4,00 4,80 2,40	12,67	Baixo
Laje	P	L199	6 2 16	2 2 1	10 3 6	8,00 2,40 2,40	11,00	Baixo
Laje	P	L200	18 6	1 1	7 10	2,80 4,00	5,65	Baixo
Laje	P	L201	12 6 2	2 2 2	5 10 3	4,00 8,00 2,40	11,56	Baixo
Laje	P	L202	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L203	6 2 9	2 2 2	10 3 6	8,00 2,40 4,80	11,79	Baixo
Laje	P	L204	6 4 2	2 1 1	10 8 3	8,00 3,20 1,20	10,84	Baixo
Laje	P	L205	16	1	6	2,40	2,40	Baixo
Laje	P	L206	1 9	2 2	5 6	4,00 4,80	6,98	Baixo
Laje	P	L207	6 18 2 16	1 1 1 1	10 7 3 6	4,00 2,80 1,20 2,40	6,46	Baixo
Laje	P	L208	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L209	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L210	6 2	2 1	10 3	8,00 1,20	9,04	Baixo
Laje	P	L211	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L214	6 9 2	1 2 2	10 6 3	4,00 4,80 2,40	7,54	Baixo
Laje	P	L215	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L216	2 9 10	2 2 2	3 6 7	2,40 4,80 5,60	8,75	Baixo
Laje	P	L217	16 12 4 2	1 2 1 1	6 5 8 3	2,40 4,00 3,20 1,20	6,52	Baixo
Laje	P	L218	12 16	2 1	5 6	4,00 2,40	5,50	Baixo
Laje	P	L219	4 9	2 2	8 6	6,40 4,80	9,14	Baixo

Laje	P	L221	1 12	2 2	5 5	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L224	9 10 16 2	2 2 2 2	6 7 6 3	4,80 5,60 4,80 2,40	9,42	Baixo
Laje	P	L226	2	1	3	1,20	1,20	Baixo
Laje	P	L227	2	2	3	2,40	2,40	Baixo
Laje	P	L230	2 6	2 2	3 10	2,40 8,00	9,85	Baixo
Laje	P	L231	4 8 18 6	3 2 1 1	8 7 7 10	32,00 5,60 2,80 4,00	40,94	Médio
Escada	P	LEE11	21 4	1 1	7 8	2,80 3,20	4,69	Baixo
Escada	P	LEE12	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Escada	P	PEE6	4	1	8	3,20	3,20	Baixo
Escada	P	VEE12	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Escada	P	VEE11	4	1	8	3,20	3,20	Baixo
Escada	P	VEE9	1 4 12	2 2 2	4 8 5	3,20 6,40 4,00	9,79	Baixo
Escada	P	VEE8	1 4 12	2 2 3	4 8 5	3,20 6,40 20,00	26,49	Médio
Escada	P	VEE7	12 1	3 2	5 4	20,00 3,20	22,76	Médio
Escada	P	VEE6	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Escada	P	VEE2	8 18 6	2 2 1	7 7 10	5,60 5,60 4,00	9,14	Baixo
Escada	P	P1-A	6 10 1 8 21	3 2 2 2 1	7 7 4 7 7	28,00 5,60 3,20 5,60 2,80	38,65	Médio
Escada	P	P2-A	1 18 8 9 10	2 1 2 2 2	4 7 7 6 7	3,20 2,80 5,60 4,80 5,60	9,77	Baixo
Escada	P	PE2	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Escada	P	PE3	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	LE7	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Cortina	P	VM9	9 10	2 2	6 7	4,80 5,60	8,18	Baixo

PLANILHA SINOPSE DOS DANOS

Edifício: Bloco P03 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 10 a 12/04/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Dano	Danos à estrutura	Pilar		Viga		Laje		Escada/ rampa		Cortina		Reservatórios		Bloco		Elemento arquitetônico		Geral	
		%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau
1	Segregação	15,04	103,20	15,61	131,20	10,03	146,00	29,03	25,60									13,52	406,00
2	Lixiviação / eflorescência	2,26	10,00	7,64	64,00	26,29	170,40											14,71	244,40
3	Desagregação																		
4	Esfoliação	5,26	92,80	5,98	201,60	3,79	115,20	16,13	22,40									5,26	432,00
5	Carbonatação ¹	3,01	22,40	0,67	11,20													0,72	33,60
6	Fissuração inaceitável	15,04	172,00	19,60	352,00	26,83	544,00	6,45	32,00									21,53	1.100,00
7	Flecha / flambagem			0,33	8,00													0,12	8,00
8	Desvio de geometria	12,78	180,00	9,30	156,80	0,27	5,60	9,68	16,80									5,86	359,20
9	Cobrimento insuficiente	3,76	19,20	6,98	96,00	7,59	134,40	3,23	4,80	50,00	4,80							6,70	259,20
10	Corrosão	3,01	22,40	2,99	50,40	9,21	190,40	6,45	11,20	50,00	5,60							5,98	280,00
11	Cloreto (presença)																		
12	Mancha	19,55	104,00	6,98	178,00	4,06	58,00	9,68	44,00									7,78	384,00
13	Deformação lenta																		
14	Carga acidental																		
15	Agressão ambiental																		
16	Infiltração / vazamento			0,33	2,40	4,34	45,60											2,03	48,00
17	Recalque / deslocamento	0,75	8,00	1,00	24,00													0,48	32,00
18	Nicho de concretagem	9,02	48,00	22,26	371,20	7,59	78,40	12,90	16,80									13,28	514,40
19	Esmagamento																		
20	Junta danificada																		
21	Junção de elementos	10,52	96,00	0,33	3,20			6,45	5,60									2,03	104,80
Nº. Elementos / grau de dano total		37	878,00	94	1.650,00	167	1.488,00	15	179,20	1	10,40							314	4.205,60
Mínimo/máximo grau de deterioração		3,20	57,53	1,60	48,00	1,20	40,94	1,60	38,65	8,18	8,18							1,20	57,53
Desvio padrão / média (Gde)		15,89	16,34	8,76	11,97	5,06	7,17	10,96	9,71		8,18							9,00	9,81
Fr. - principal / Gdf		5,00	55,25	5,00	33,70	4,00	34,71	3,00	29,30									Gde> 20 = 24	
Fr. - Secundária / Gdf																		Gd = 39,50 (Médio)	

(1) considerados somente os elementos ensaiados

ANEXO C 3

TERCEIRO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco P03
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Documentos Fotográficos



BLOCO P03 - VISTA DA FACHADA NORTE



BLOCO P03 - DETALHE DO ENSAIO DE CARBONATAÇÃO - PILAR P27



BLOCO P03 - DETALHE DO ENSAIO DE POTENCIAL DE CORROSÃO - PILAR P27



BLOCO P03 – DETALHE DO ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA PROFUNDIDADE DE CARBONATAÇÃO - PILAR P12



BLOCO P03 - DETALHE DO ENSAIO DE POTENCIAL DE CORROSÃO - PILAR P37

ANEXO D

QUARTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco D34
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

ANEXO D 1

QUARTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco D34
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR
Relatório Técnico de Vistoria e Relatório Técnico de Inspeção

RELATÓRIO TÉCNICO DE VISTORIA

Edifício: Bloco D34 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá – PR

Data da Vistoria: 21 a 25/03/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Identificação	(Fr)	Dano estrutural	(Fi)	Observação
Pilar	P1	P	12-21-18	2-2-2	
Pilar	P2	P	18-6-12-21-8	2-2-2-2-2	
Pilar	P3	P	18-12-8-6-21-9-5	3-2-2-2-2-1-2	
Pilar	P4	P	12-21-8-20-6-18	2-2-2-2-1-2	
Pilar	P5	P	18-12-21-20-8-6	2-2-2-2-2-2	
Pilar	P6	P	12-21-8-18-4-6	3-3-2-3-2-1	
Pilar	P7	P	12-21-18-8-6-9-5-10	3-2-3-2-2-2-2-2	
Pilar	P8	P	18-21-12	2-2-2	
Pilar	P9	P	18-21-6-10	2-2-2-2	
Pilar	P10	P	18-21-10-4-6	2-2-2-3-2	
Pilar	P11	P	18-6	2-1	
Pilar	P12	P	18-21	2-2	
Pilar	P13	P	18-21	2-2	
Pilar	P14	P	20-18-21-6-4	2-2-1-1-2	
Pilar	P15	P	20-18-21	2-2-2	
Pilar	P16	P	18-21	2-2	
Pilar	P17	P	18-21-6	2-2-1	
Pilar	P18	P	18-9-10-6	2-2-2-2	
Pilar	P19	P	18-21-6-10-9-4	3-2-2-2-2-2	
Pilar	P20	P	18-21-6	2-2-1	
Pilar	P21	P	21-8-18-6	2-2-2-1	
Pilar	P22	P	4-8-18-20	2-2-2-2	
Pilar	P23	P	20-18-21-6	2-2-1-1	
Pilar	P24	P	18-21	2-2	
Pilar	P25	P	18-21-6	2-2-1	
Pilar	P26	P	18-8-6-10-9	2-2-2-2-2	
Pilar	P27	P	18-6-10-9	3-2-2-2	
Pilar	P28	P	18-21-6-10-4-9	2-2-3-3-2-3	
Pilar	P29	P	12-21-6-18	2-2-1-2	
Pilar	P30	P	8-12-21-6-18	2-3-2-1-2	
Pilar	P31	P	8-18-6-12-21	2-3-1-3-1	
Pilar	P32	P	20-21-6-8-12-18-9-5-10	2-2-2-2-2-2-1-2-2	
Pilar	P33	P	18-12-8-6-20-9-5-10	3-2-2-1-2-1-2-2	
Pilar	P34	P	8-12-18-21-6	2-2-2-2-2	
Pilar	P35	P	8-12-18-21-6	2-2-2-1-2	
Pilar	P36	P	18-8-6-21	2-2-1-2	
Pilar	PT1	P	6-18	2-2	
Pilar	PT2	P	6-10-18-4	2-2-2-2	
Pilar	PT3	P	4-10-6-18	2-2-2-2	
Pilar	PT4	P	21-18	2-2	
Pilar	PT5	P	18-21-6	2-1-2	
Pilar	PT6	P	18	2	
Pilar	PT5*	P	9-10-6-21-18-8-20	2-3-2-2-2-2-3	
Pilar	PT4*	P	18-20-6	2-3-2	
Pilar	PN1	P	18-21-6-10	2-2-2-2	
Pilar	PN2	P	18-6-12-10	2-3-2-2	
Pilar	PN3	P	18-6-12	2-2-2	
Pilar	PN4	P	4-6-10-18-12	2-2-2-2-2	
Pilar	PT7	P	18-21	2-1	
Pilar	PT8	P	8-18-21-6	2-2-1-1	
Pilar	PT12	P	18-4	1-2	
Pilar	PT13	P	18	2	
Pilar	PT14	P	18	2	
Pilar	PT16	P	18	2	
Pilar	PT17	P	18	2	
Pilar	PT18	P	18-6-21	2-1-2	
Pilar	PT19	P	18	2	
Pilar	PT20	P	18	2	
Pilar	PT21	P	18	2	
Pilar	PT22	P	18	2	
Pilar	PT23	P	18-21	2-1	
Pilar	PT24	P	18-21	2-2	
Pilar	PT25	P	18-4-6-21-9-10	2-2-1-1-2-2	

Pilar	PT26	P	10-6-4-21-18	2-1-2-1-2	
Pilar	PT27	P	6-21-18-10-8	1-1-2-2-2	
Pilar	PE1	P	18-21	2-1	
Pilar	PE2	P	6-10-18-12-8	2-2-2-2-2	
Pilar	PA	S	18	2	travamento de alvenaria
Pilar	PB	S	18	2	travamento de alvenaria
Pilar	PD	S	18	2	travamento de alvenaria
Pilar	PE	S	18	2	travamento de alvenaria
Pilar	PF	S	18	2	travamento de alvenaria
Pilar	PG	S	18	2	travamento de alvenaria
Pilar	PH	S	18	2	travamento de alvenaria
Pilar	PI	S	18	2	travamento de alvenaria
Pilar	PJ	S	18	2	travamento de alvenaria
Pilar	PK	S	18	2	travamento de alvenaria
Viga	VB1'	P	18-4-9	1-2-2	piso pav. térreo – viga baldrame
Viga	VB3	P	18	2	piso pav. térreo – viga baldrame
Viga	VB31	P	18	2	piso pav. térreo – viga baldrame
Viga	VB31'	P	18	2	piso pav. térreo – viga baldrame
Viga	VB42	P	6-9-18	2-2-2	piso pav. térreo – viga baldrame
Viga	VM1	P	18-12-10-9-6-5	2-3-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VM2	P	18-6	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	VM3	P	6-18	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	VM6	P	18-6-12-2-16-21	3-2-3-2-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	VM9	P	4-18	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VM11	P	6-18	1-2	piso 2º. pavimento
Viga	VM13	P	18-6	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	VM15	P	18	1	piso 2º. pavimento
Viga	VM17	P	18-6	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VM18	P	18-6	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	VII	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VI2	P	18-6-4	2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VI3	P	6-18-2-8	2-2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	VI4	P	18-6-21	2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VI6	P	18-6	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VI7	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VI8	P	18-6	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	VII0	P	2-18-6	1-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VII1	P	6-18	1-2	piso 2º. pavimento
Viga	VII2	P	21-18-6	2-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	VII3	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	VII4	P	6-18	1-2	piso 2º. pavimento
Viga	VII5	P	18	2	piso 2º. pavimento
Viga	VP1	P	16-2-18-12-9-10-8-21	2-2-2-2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VP1	P	12-18-8-21-6-9-10	2-2-2-1-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	VP1'	P	18-12-9-10-6-5	3-2-2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V1	P	18-12-6-4-2	2-3-2-2-1	piso 3º. pavimento
Viga	V2	P	9-10-18-12-6	2-2-3-3-1	piso 3º. pavimento
Viga	V4	P	18-9-10	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V5	P	18-6	3-2	piso 3º. pavimento
Viga	V6	P	18-9-6	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V7	P	6-18	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V8	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V10	P	12-18-2-6-21-9-10	3-2-1-2-1-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V11	P	12-6-18-4-16	3-2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V12	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V13	P	18-6	3-2	piso 3º. pavimento
Viga	V14	P	6-18	2-1	piso 3º. pavimento
Viga	V15	P	6-18	2-1	piso 3º. pavimento
Viga	V16	P	6	1	piso 3º. pavimento
Viga	V17	P	18-6	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V18	P	6-18	1-1	piso 3º. pavimento
Viga	V20	P	18-6	1-2	piso 3º. pavimento
Viga	V21	P	18-2	2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V22	P	9-10-18-6	2-2-2-1	piso 3º. pavimento
Viga	V24	P	18	2	piso 3º. pavimento
Viga	V25	P	18	2	piso 3º. pavimento
Viga	V26	P	18-13-6	2-1-1	piso 3º. pavimento
Viga	V27	P	18-6	1-1	piso 3º. pavimento
Viga	V28	P	18-6-21	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V29	P	6-18-2	2-2-2	piso 3º. pavimento
Viga	V30	P	18-6	2-1	piso 3º. pavimento
Viga	V31	P	18-4-6	1-2-1	piso 3º. pavimento

Viga	V32	P	18-6	2-2	piso 3°. pavimento
Viga	V33	P	18-13-6	2-1-2	piso 3°. pavimento
Viga	V34	P	6-18-13	1-2-2	piso 3°. pavimento
Viga	V36	P	18-21-6	2-1-2	piso 3°. pavimento
Viga	VP1	P	2-12-18-6-21-16	2-2-2-2-2-2	cobertura
Viga	VP1'	P	18-12-16-2	2-2-1-1	cobertura
Viga	VD2	P	18-9-10-6	2-2-2-1	cobertura
Viga	VD3	P	18	2	cobertura
Viga	VD4	P	18-9	2-2	cobertura
Viga	VF1	P	18-12-8-6-21-4	2-3-1-2-1-2	cobertura
Viga	VF2	P	18-6-12-16-2-10	2-2-2-3-2-3	cobertura
Viga	VF4	P	18-6-12	2-2-2	cobertura
Viga	VF5	P	18-6-8	2-2-2	cobertura
Viga	VF6	P	18-6-8-12-21	2-2-2-2-1	cobertura
Viga	VF7	P	6-18-12-8	2-2-2-2	cobertura
Viga	VF8	P	2-12-18-21-8-16-6	2-3-2-1-2-2-1	cobertura
Viga	VF9	P	2-12-18-21-8-16-6	2-3-2-1-2-2-1	cobertura
Viga	VF10	P	18-6-9	3-1-2	cobertura
Viga	VF11	P	18-6	2-2	cobertura
Viga	VF12	P	18-6	2-2	cobertura
Viga	VF13	P	18-10-6	1-2-1	cobertura
Viga	VF14	P	6-18-10	2-2-2	cobertura
Viga	VF15	P	18-6-9-10	2-2-2-2	cobertura
Viga	VF16	P	12-6-18	2-1-1	cobertura
Viga	VF17	P	12-18-6	2-1-1	cobertura
Viga	VF18	P	18-6	2-1	cobertura
Viga	VF19	P	18-12	2-2	cobertura
Viga	VF21	P	18-9	2-2	cobertura
Viga	VF22	P	18-10	2-2	cobertura
Viga	VF23	P	18-6	2-2	cobertura
Viga	VF24	P	18-6	1-1	cobertura
Viga	VF25	P	18-6	2-1	cobertura
Viga	VF26	P	18-6	2-2	cobertura
Viga	VF27	P	6-18	2-2	cobertura
Viga	VF28	P	18-6	2-2	cobertura
Viga	VF29	P	12-18-6	2-2-1	cobertura
Viga	VF30	P	6-18	1-2	cobertura
Viga	VF31	P	6-18	1-1	cobertura
Viga	VF32	P	18-6	2-2	cobertura
Viga	VF33	P	18-6-8	1-1-2	cobertura
Laje	L1	P	2-16-12-18-6	2-2-2-1-2	piso 2°. pavimento
Laje	L8	P	2-6-18	2-2-1	piso 2°. pavimento
Laje	L9	P	12-6-18	2-2-2	piso 2°. pavimento
Laje	L11	P	6-12-18	2-2-1	piso 2°. pavimento
Laje	L12	P	6-18-12-9-10	2-2-2-2-2	piso 2°. pavimento
Laje	L15-A	P	12-18	2-1	piso 2°. pavimento
Laje	L16	P	12-18-2-6	2-2-1-1	piso 2°. pavimento
Laje	L17	P	2-6-18	2-2-1	piso 2°. pavimento
Laje	L18	P	6-2-18	2-2-2	piso 2°. pavimento
Laje	L19	P	18-6-2	2-1-2	piso 2°. pavimento
Laje	L20	P	2-6-18-9-10	2-1-2-2-2	piso 2°. pavimento
Laje	L21	P	6-18	1-1	piso 2°. pavimento
Laje	L22	P	6-18-2	2-1-2	piso 2°. pavimento
Laje	L23	P	2-6-18	2-1-1	piso 2°. pavimento
Laje	L24	P	6-18-2	3-2-2	piso 2°. pavimento
Laje	L25	P	6-2-18	1-1-1	piso 2°. pavimento
Laje	L27	P	12-18	2-1	piso 2°. pavimento
Laje	L28	P	2-6-18-10	2-2-2-2	piso 2°. pavimento
Laje	L29	P	18-6-2	2-2-2	piso 2°. pavimento
Laje	L30	P	18-2-6	2-2-2	piso 2°. pavimento
Laje	L31	P	2-18-6	1-1-1	piso 2°. pavimento
Laje	L1	P	12-18-6-9	2-2-2-2	piso 3°. pavimento
Laje	L4	P	18-2-6	1-2-1	piso 3°. pavimento
Laje	L5	P	2-18-6-9-10	2-2-2-1-2	piso 3°. pavimento
Laje	L7	P	2-6-9-10-12	2-1-2-2-2	piso 3°. pavimento
Laje	L8	P	18-6	1-1	piso 3°. pavimento
Laje	L9	P	12-2-18-6	2-2-1-1	piso 3°. pavimento
Laje	L10	P	12-2-10-18-6	2-2-2-2-2	piso 3°. pavimento
Laje	L11	P	2-10-12-18	2-2-2-1	piso 3°. pavimento
Laje	L12	P	12-18-2-4-6	2-1-1-3-1	piso 3°. pavimento
Laje	L13	P	12-2-18-6	2-2-2-2	piso 3°. pavimento
Laje	L14	P	6-2-16-18-12	2-2-2-2-2	piso 3°. pavimento

Laje	L15	P	2-16-10-18-12-6	2-2-2-2-2-1	piso 3º. pavimento
Laje	L16	P	2-6-18-9	1-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L17	P	18-6-2	2-2-1	piso 3º. pavimento
Laje	L18	P	18-6-12-2	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L19	P	12-18	2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L20	P	2-18	1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L21	P	6-2-16-18-12	2-1-1-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L22	P	2-6-18-10-9	2-1-2-2-1	piso 3º. pavimento
Laje	L23	P	18-6-2	2-3-1	piso 3º. pavimento
Laje	L24	P	2-6-18	2-3-1	piso 3º. pavimento
Laje	L25	P	18-2-6-10	1-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L26	P	6-4-18	1-2-1	piso 3º. pavimento
Laje	L27	P	6-18	1-1	piso 3º. pavimento
Laje	L28	P	18-6-2-12	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L29	P	12-6-2-18	2-2-2-1	piso 3º. pavimento
Laje	L30	P	2-6-18-12	2-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L31	P	2-12-10-18-6	2-2-2-1-2	piso 3º. pavimento
Laje	L32	P	2-18-10-12-6	2-1-2-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L33	P	16-2-12-6-18	2-2-2-2-2-	piso 3º. pavimento
Laje	L34	P	6-18-12	1-2-2	piso 3º. pavimento
Laje	L1	P	18-6-10-16	2-2-2-1	cobertura
Laje	L2	P	6-18-10-2	2-2-2-2	cobertura
Laje	L3	P	6-18-10-2	2-2-2-1	cobertura
Laje	L4	P	6-12-18	2-2-1	cobertura
Laje	L5	P	12-2-18-6	2-2-2-1	cobertura
Laje	L8	P	6-2-18	1-1-1	cobertura
Laje	L9	P	6-2-18	2-1-1	cobertura
Laje	L10	P	6-18-2	1-1-1	cobertura
Laje	L11	P	6-2-18	2-2-2	cobertura
Laje	L12	P	2-18-6	2-1-1	cobertura
Laje	L13	P	2-18	2-1	cobertura
Laje	L14	P	18	2	cobertura
Laje	L15	P	18-12	1-2	cobertura
Laje	L16	P	2-12-18	1-2-1	cobertura
Laje	L17	P	18-12	2-2	cobertura
Laje	L18	P	18-12	2-2	cobertura
Laje	L19	P	18-16	1-2	cobertura
Laje	L20	P	2-6-18	2-1-2	cobertura
Laje	L21	P	2-18-6	1-2-2	cobertura
Laje	L22	P	6-18-10-2	2-1-2-2	cobertura
Laje	L23	P	10-6-18-2	2-2-1-2	cobertura
Laje	L24	P	18-6-2	2-3-2	cobertura
Laje	L25	P	12-18-2	2-2-1	cobertura
Laje	L26	P	6-2-18	2-2-1	cobertura
Laje	L27	P	6-18-2	2-1-2	cobertura
Laje	L28	P	6-18-2	2-1-1	cobertura
Laje	L29	P	2-18-6	1-1-1	cobertura
Laje	L30	P	6-18-2	1-2-1	cobertura
Laje	L31	P	6-18-2	1-1-2	cobertura
Laje	L32	P	6-18-16	2-2-2	cobertura
Escada	VE1	P	18-6	2-1	escada central
Escada	VE2	P	18-9-10-4-6	2-2-2-1-1	escada central
Escada	VE3	P	18	1	escada central
Escada	VE4	P	18	2	escada central
Escada	LE1	P	18-9	2-2	escada central
Escada	LE2	P	18	2	escada central
Escada	LP1	P	18-6	2-2	escada central
Escada	LP2	P	18-9	2-2	escada central
Escada	LE3	P	18	2	escada central
Escada	LE4	P	18	2	escada central
Escada	VE1'	P	18	2	escada central
Escada	VE2'	P	18	1	escada central
Escada	VE3'	P	4-18	2-2	escada central
Escada	VE4'	P	18	2	escada central
Escada	VE1	P	18	2	escada lateral
Escada	VE2	P	18-6	2-1	escada lateral
Escada	VE3	P	18	2	escada lateral
Escada	VE4	P	18	2	escada lateral
Escada	LE1	P	18	2	escada lateral
Escada	LE2	P	18	2	escada lateral

RELATÓRIO TÉCNICO DE INSPEÇÃO

Edifício: Bloco D34 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 21 a 25/03 /2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Identificação	Área nº. 1: Pilar P3								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	26,10	27,00	24,50	29,50	26,10	36,50	28,28	4,35	15,38
Carbonatação (mm)	21,10	24,90	30,00	23,30	30,40	25,60	25,88	3,69	14,26
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	5,00	2,10	-5,50	6,20	-4,30	10,90	2,40	6,34	264,17
Potencial de Corrosão (V)	-0,192	-0,326	-0,153	-0,190	-0,217	-0,304	-0,230	-0,069	30,00

Identificação	Área nº. 2: Pilar P7								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	17,50	2,80	7,60	7,70	54,80	17,50	17,98	18,97	105,51
Carbonatação (mm)	34,00	19,40	24,60	24,90	39,40	35,40	29,62	7,75	26,16
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Exposição (mm)	-16,50	-16,16	-17,00	-17,20	-15,40	-17,90	-11,63	13,25	113,93
Potencial de Corrosão (V)	-0,523	-0,367	-0,345	-0,521	-0,305	-0,355	-0,403	0,095	23,57

Identificação	Área nº. 3: Pilar P32								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	34,40	26,60	30,90	25,10	22,60	25,70	27,55	4,31	15,64
Carbonatação (mm)	19,10	18,80	23,70	23,10	35,40	37,50	26,27	8,16	31,06
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	15,30	7,80	7,20	2,00	-12,80	-11,80	1,28	11,35	886,72
Potencial de Corrosão (V)	-0,229	-0,241	-0,278	-0,304	-0,524	-0,570	-0,358	0,150	41,90

Identificação	Área nº. 4: Pilar 33								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	12,30	26,60	10,70	34,30	21,80	41,80	24,58	12,22	49,72
Carbonatação (mm)	27,30	29,00	26,70	32,70	38,00	58,10	35,30	11,93	33,80
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-15,00	-2,40	-16,00	1,60	-16,20	-16,30	-10,72	8,10	75,56
Potencial de Corrosão (V)	-0,402	-0,383	-0,372	-0,461	-0,405	-0,497	-0,420	0,049	11,67

Identificação	Área nº. 5: Viga VP1'								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	9,90	2,50	2,50	10,30	13,30	19,40	9,65	6,50	67,36
Carbonatação (mm)	19,90	11,50	13,70	19,80	23,20	27,90	19,33	6,03	31,20
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-10,00	-9,00	-11,20	-9,50	-9,90	-8,50	-9,68	0,93	9,61
Potencial de Corrosão (V)	-0,112	-0,262	-0,092	-0,068	-0,375	-0,096	-0,168	0,123	73,21

Identificação	Área nº. 6 Viga VM1								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	14,00	4,10	12,90	12,20	13,30	17,20	12,28	4,37	35,59
Carbonatação (mm)	26,90	17,30	26,50	24,70	26,10	30,90	25,40	4,48	17,64
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-12,90	-13,20	-13,60	-12,50	-12,80	-13,70	-13,12	0,47	3,58
Potencial de Corrosão (V)	-0,195	-0,200	-0,401	-0,175	-0,575	-0,140	-0,281	0,171	60,85

Valores gerais da inspeção

Dados pesquisados	Média	Desvio padrão (s)	Coefficiente de variação (Cv) em %
Cobrimento (mm)	20,06	11,89	59,27
Carbonatação (mm)	26,97	8,50	31,52
Exposição (mm)	-6,91	9,97	144,28
Potencial de Corrosão (V)	-0,310	0,143	46,13

Nota: Os valores em negrito, constantes das áreas de 1 a 6, foram os considerados para efeito de introdução no relatório técnico de vistoria do dano estrutural (D) e de seu respectivo fator de intencidade (Fi), pois foram os mais elevados e prejudiciais.

ANEXO D 2

QUARTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco D34
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Planilhas de Cálculo

FORMULÁRIO PARA O CÁLCULO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DO ELEMENTO (Gde)

Edifício: Bloco D34 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR
Data da Vistoria: 21 a 25/03/2002 – Responsável Técnico: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Relevância estrutural	Identificação	Dano estrutural	Fator de Intensidade (Fi)	Fator de ponderação (Fp)	Grau do dano (D)	Grau de deterioração (Gde)	Nível de deterioração
Pilar	P	P1	12 21 18	2 2 2	5 10 8	4,00 8,00 6,40	12,52	Baixo
Pilar	P	P2	18 6 12 21 8	2 2 2 2 2	8 10 5 10 9	6,40 8,00 4,00 8,00 7,20	14,10	Baixo
Pilar	P	P3	18 12 8 6 21 9 5	3 2 2 2 2 1 2	8 5 9 10 10 6 7	32,00 4,00 7,20 8,00 8,00 2,40 5,60	48,76	Médio
Pilar	P	P4	12 21 8 20 6 18	2 2 2 2 1 2	5 10 9 10 10 8	4,00 8,00 7,20 8,00 4,00 6,40	14,30	Baixo
Pilar	P	P5	18 12 21 20 8 6	2 2 2 2 2 2	8 5 10 10 9 10	6,40 4,00 8,00 8,00 7,20 8,00	14,46	Baixo
Pilar	P	P6	12 21 8 18 4 6	3 3 2 3 2 1	5 10 9 8 8 10	20,00 40,00 7,20 32,00 6,40 4,00	65,40	Alto
Pilar	P	P7	12 21 18 8 6 9 5 10	3 2 3 2 2 2 2 2	5 10 8 9 10 6 7 7	20,00 8,00 32,00 7,20 8,00 4,80 5,60 5,60	52,77	Alto
Pilar	P	P8	18 21 12	2 2 2	8 10 5	6,40 8,00 4,00	12,52	Baixo
Pilar	P	P9	18 21 6 10	2 2 2 2	8 10 10 7	6,40 8,00 8,00 5,60	13,71	Baixo
Pilar	P	P10	18 21 10 4 6	2 2 2 3 2	8 10 7 8 10	6,40 8,00 5,60 32,00 8,00	46,93	Médio
Pilar	P	P11	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Pilar	P	P12	18 21	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Pilar	P	P13	18 21	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Pilar	P	P14	20 18 21 6 4	2 2 1 1 2	10 8 10 10 8	8,00 6,40 4,00 4,00 6,40	13,78	Baixo

Pilar	P	P15	20 18 21	2 2 2	10 8 10	8,00 6,40 8,00	13,14	Baixo
Pilar	P	P16	18 21	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Pilar	P	P17	18 21 6	2 2 1	8 10 10	6,40 8,00 4,00	12,52	Baixo
Pilar	P	P18	18 9 10 6	2 2 2 2	8 6 7 10	6,40 4,80 5,60 8,00	13,42	Baixo
Pilar	P	P19	18 21 6 10 9 4	3 2 2 2 2 2	8 10 10 7 6 8	32,00 8,00 8,00 5,60 4,80 6,40	48,20	Médio
Pilar	P	P20	18 21 6	2 2 1	8 10 10	6,40 8,00 4,00	12,52	Baixo
Pilar	P	P21	21 8 18 6	2 2 2 1	10 9 8 10	8,00 7,20 6,40 4,00	13,50	Baixo
Pilar	P	P22	4 8 18 20	2 2 2 2	8 9 8 10	6,40 7,20 6,40 8,00	13,71	Baixo
Pilar	P	P23	20 18 21 6	2 2 1 1	10 8 10 10	8,00 6,40 4,00 4,00	13,14	Baixo
Pilar	P	P24	18 21	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Pilar	P	P25	18 21 6	2 2 1	8 10 10	6,40 8,00 4,00	12,52	Baixo
Pilar	P	P26	18 8 6 10 9	2 2 2 2 2	8 9 10 7 6	6,40 7,20 8,00 5,60 4,80	14,00	Baixo
Pilar	P	P27	18 6 10 9	3 2 2 2	8 10 7 6	32,00 8,00 5,60 4,80	43,68	Médio
Pilar	P	P28	18 21 6 10 4 9	2 2 3 3 2 3	8 10 10 7 8 6	6,40 8,00 40,00 28,00 6,40 24,00	65,82	Alto
Pilar	P	P29	12 21 6 18	2 2 1 2	5 10 10 8	4,00 8,00 4,00 6,40	13,14	Baixo
Pilar	P	P30	8 12 21 6 18	2 3 2 1 2	9 5 10 10 8	7,20 20,00 8,00 4,00 6,40	31,23	Médio
Pilar	P	P31	8 18 6 12 21	2 3 1 3 1	9 8 10 5 10	7,20 32,00 4,00 20,00 4,00	48,76	Médio

Pilar	P	P32	20 21 6 8 12 18 9 5 10	2 2 2 2 2 2 1 2 2	10 10 10 9 5 8 6 7 7	8,00 8,00 8,00 7,20 4,00 6,40 2,40 5,60 5,60	14,84	Baixo
Pilar	P	P33	18 12 8 6 20 9 5 10	3 2 2 1 2 1 2 2	8 5 9 10 10 6 7 7	32,00 4,00 7,20 4,00 8,00 2,40 5,60 5,60	49,12	Médio
Pilar	P	P34	8 12 18 21 6	2 2 2 2 2	9 5 8 10 10	7,20 4,00 6,40 8,00 8,00	14,10	Baixo
Pilar	P	P35	8 12 18 21 6	2 2 2 1 2	9 5 8 10 10	7,20 4,00 6,40 4,00 8,00	13,84	Baixo
Pilar	P	P36	18 8 6 21	2 2 1 2	8 9 10 10	6,40 7,20 4,00 8,00	13,50	Baixo
Pilar	P	PT1	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Pilar	P	PT2	6 10 18 4	2 2 2 2	10 7 8 8	8,00 5,60 6,40 6,40	13,58	Baixo
Pilar	P	PT3	4 10 6 18	2 2 2 2	8 7 10 8	6,40 5,60 8,00 6,40	13,58	Baixo
Pilar	P	PT4	21 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Pilar	P	PT5	18 21 6	2 1 2	8 10 10	6,40 4,00 8,00	12,52	Baixo
Pilar	P	PT6	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	PT5'	9 10 6 21 18 8 20	2 3 2 2 2 2 3	6 7 10 10 8 9 10	4,80 28,00 8,00 8,00 6,40 7,20 40,00	64,38	Alto
Pilar	P	PT4'	18 20 6	2 3 2	8 10 10	6,40 40,00 8,00	50,59	Alto
Pilar	P	PN1	18 21 6 10	2 2 2 2	8 10 10 7	6,40 8,00 8,00 5,60	13,71	Baixo
Pilar	P	PN2	18 6 12 10	2 3 2 2	8 10 5 7	6,40 40,00 4,00 5,60	51,43	Alto
Pilar	P	PN3	18 6 12	2 2 2	8 10 5	6,40 8,00 4,00	12,52	Baixo
Pilar	P	PN4	4 6 10 18 12	2 2 2 2 2	8 10 7 8 5	6,40 8,00 5,60 6,40 4,00	13,89	Baixo
Pilar	P	PT7	18 21	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo

Pilar	P	PT8	8 18 21 6	2 2 1 1	9 8 10 10	7,20 6,40 4,00 4,00	12,00	Baixo
Pilar	P	PT12	18 4	1 2	8 8	3,20 6,40	8,53	Baixo
Pilar	P	PT13	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	PT14	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	PT16	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	PT17	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	PT18	18 6 21	2 1 2	8 10 10	6,40 4,00 8,00	12,52	Baixo
Pilar	P	PT19	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	PT20	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	PT21	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	PT22	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	PT23	18 21	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Pilar	P	PT24	18 21	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Pilar	P	PT25	18 4 6 21 9 10	2 2 1 1 2 2	8 8 10 10 6 7	6,40 6,40 4,00 4,00 4,80 5,60	11,49	Baixo
Pilar	P	PT26	10 6 4 21 18	2 1 2 1 2	7 10 8 10 8	5,60 4,00 6,40 4,00 6,40	11,25	Baixo
Pilar	P	PT27	6 21 18 10 8	1 1 2 2 2	10 10 8 7 9	4,00 4,00 6,40 5,60 7,20	12,49	Baixo
Pilar	P	PE1	18 21	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Pilar	P	PE2	6 10 18 12 8	2 2 2 2 2	10 7 8 5 9	8,00 5,60 6,40 4,00 7,20	13,95	Baixo
Pilar	S	PA	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	S	PB	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	S	PD	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	S	PE	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	S	PF	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	S	PG	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	S	PH	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	S	PI	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	S	PJ	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	S	PK	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	VB1'	18 4 9	1 2 2	8 8 6	3,20 6,40 4,80	9,96	Baixo
Viga	P	VB3	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	VB31	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	VB31'	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	VB42	6 9 18	2 2 2	10 6 8	8,00 4,80 6,40	12,67	Baixo
Viga	P	VM1	18 12 10 9 6 5	2 3 2 2 2 2	8 5 7 6 10 7	6,40 20,00 5,60 4,80 8,00 5,60	32,06	Médio
Viga	P	VM2	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Médio
Viga	P	VM3	6 18	1 1	10 8	4,00 3,20	5,78	Baixo

Viga	P	VM6	18 6 12 2 16 21	3 2 3 2 2 1	8 10 5 5 6 8	32,00 8,00 20,00 4,00 4,80 3,20	49,78	Médio
Viga	P	VM9	4 18	2 2	8 8	6,40 6,40	9,60	Baixo
Viga	P	VM11	6 18	1 2	10 8	4,00 6,40	8,86	Baixo
Viga	P	VM13	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	VM15	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	VM17	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	VM18	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	VII	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	VI2	18 6 4	2 2 2	8 10 8	6,40 8,00 6,40	12,92	Baixo
Viga	P	VI3	6 18 2 8	2 2 1 2	10 8 5 7	8,00 6,40 2,00 5,60	13,09	Baixo
Viga	P	VI4	18 6 21	2 2 2	8 10 8	6,40 8,00 6,40	12,92	Baixo
Viga	P	VI6	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	VI7	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	VI8	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	VII0	2 18 6	1 2 2	5 8 10	2,00 6,40 8,00	12,10	Baixo
Viga	P	VII1	6 18	1 2	10 8	4,00 6,40	8,86	Baixo
Viga	P	VII2	21 18 6	2 2 1	8 8 10	6,40 6,40 4,00	10,36	Baixo
Viga	P	VII3	6 18	2 1	10 8	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	VII4	6 18	1 2	10 8	4,00 6,40	8,86	Baixo
Viga	P	VII5	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	VP1	16 2 18 12 9 10 8 21	2 2 2 2 2 2 2 2	6 5 8 5 6 7 7 8	4,80 4,00 6,40 4,00 4,80 5,60 5,60 6,40	11,82	Baixo
Viga	P	VP1	12 18 8 21 6 9 10	2 2 2 1 2 2 2	5 8 7 8 10 6 7	4,00 6,40 5,60 3,20 8,00 4,80 5,60	14,30	Baixo
Viga	P	VP1'	18 12 9 10 6 5	3 2 2 2 2 2	8 5 6 7 10 7	32,00 4,00 4,80 5,60 8,00 5,60	46,93	Médio

Viga	P	V1	18 12 6 4 2	2 3 2 2 1	8 5 10 8 5	6,40 20,00 8,00 6,40 2,00	30,65	Médio
Viga	P	V2	9 10 18 12 6	2 2 3 3 1	6 7 8 5 10	4,80 5,60 32,00 20,00 4,00	48,58	Médio
Viga	P	V4	18 9 10	2 2 2	8 6 7	6,40 4,80 5,60	10,36	Baixo
Viga	P	V5	18 6	3 2	8 10	32,00 8,00	38,40	Médio
Viga	P	V6	18 9 6	2 2 2	8 6 10	6,40 4,80 8,00	12,67	Baixo
Viga	P	V7	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V8	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	V10	12 18 2 6 21 9 10	3 2 1 2 1 2 2	5 8 5 10 8 6 7	20,00 6,40 2,00 8,00 3,20 4,80 5,60	32,00	Médio
Viga	P	V11	12 6 18 4 16	3 2 2 2 2	5 10 8 8 6	20,00 8,00 6,40 6,40 4,80	31,23	Médio
Viga	P	V12	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	V13	18 6	3 2	8 10	32,00 8,00	38,40	Médio
Viga	P	V14	6 18	2 1	10 8	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	V15	6 18	2 1	10 8	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	V16	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Viga	P	V17	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	V18	6 18	1 1	10 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
Viga	P	V20	18 6	1 2	8 10	3,20 8,00	10,29	Baixo
Viga	P	V21	18 2	2 2	8 5	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	V22	9 10 18 6	2 2 2 1	6 7 8 10	4,80 5,60 6,40 4,00	10,83	Baixo
Viga	P	V24	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	V25	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	V26	18 13 6	2 1 1	8 9 10	6,40 3,60 4,00	9,87	Baixo
Viga	P	V27	18 6	1 1	8 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Viga	P	V28	18 6 21	2 2 2	8 10 8	6,40 8,00 6,40	12,92	Baixo
Viga	P	V29	6 18 2	2 2 2	10 8 5	8,00 6,40 4,00	12,52	Baixo
Viga	P	V30	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	V31	18 4 6	1 2 1	8 8 10	3,20 6,40 4,00	9,79	Baixo

Viga	P	V32	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	V33	18 13 6	2 1 2	8 9 10	6,40 3,60 8,00	12,44	Baixo
Viga	P	V34	6 18 13	1 2 2	10 8 9	4,00 6,40 7,20	11,45	Baixo
Viga	P	V36	18 21 6	2 1 2	8 8 10	6,40 3,20 8,00	12,36	Baixo
Viga	P	VP1	2 12 18 6 21 16	2 2 2 2 2 2	5 5 8 10 8 6	4,00 4,00 6,40 8,00 6,40 4,80	14,10	Baixo
Viga	P	VP1'	18 12 16 2	2 2 1 1	8 5 6 5	6,40 4,00 2,40 2,00	10,03	Baixo
Viga	P	VD2	18 9 10 6	2 2 2 1	8 6 7 10	6,40 4,80 5,60 4,00	10,73	Baixo
Viga	P	VD3	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	VD4	18 9	2 2	8 6	6,40 4,80	9,14	Baixo
Viga	P	VF1	18 12 8 6 21 4	2 3 1 2 1 2	8 5 7 10 8 8	6,40 20,00 2,80 8,00 3,20 6,40	31,45	Médio
Viga	P	VF2	18 6 12 16 2 10	2 2 2 3 2 3	8 10 5 6 5 7	6,40 8,00 4,00 24,00 4,00 28,00	45,46	Médio
Viga	P	VF4	18 6 12	2 2 2	8 10 5	6,40 8,00 4,00	12,52	Baixo
Viga	P	VF5	18 6 8	2 2 2	8 10 7	6,40 8,00 5,60	12,80	Baixo
Viga	P	VF6	18 6 8 12 21	2 2 2 2 1	8 10 7 5 8	6,40 8,00 5,60 4,00 3,20	13,65	Baixo
Viga	P	VF7	6 18 12 8	2 2 2 2	10 8 5 7	8,00 6,40 4,00 5,60	13,33	Baixo
Viga	P	VF8	2 12 18 21 8 16 6	2 3 2 1 2 2 1	5 5 8 8 7 6 10	4,00 20,00 6,40 3,20 5,60 4,80 4,00	31,67	Médio
Viga	P	VF9	2 12 18 21 8 16 6	2 3 2 1 2 2 1	5 5 8 8 7 6 10	4,00 20,00 6,40 3,20 5,60 4,80 4,00	31,67	Médio
Viga	P	VF10	18 6 9	3 1 2	8 10 6	32,00 4,00 4,80	38,90	Médio
Viga	P	VF11	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo

Viga	P	VF12	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	VF13	18 10 6	1 2 1	8 7 10	3,20 5,60 4,00	8,75	Baixo
Viga	P	VF14	6 18 10	2 2 2	10 8 7	8,00 6,40 5,60	12,80	Baixo
Viga	P	VF15	18 6 9 10	2 2 2 2	8 10 6 7	6,40 8,00 4,80 5,60	13,42	Baixo
Viga	P	VF16	12 6 18	2 1 1	5 10 8	4,00 4,00 3,20	6,57	Baixo
Viga	P	VF17	12 18 6	2 1 1	5 8 10	4,00 3,20 4,00	6,57	Baixo
Viga	P	VF18	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	VF19	18 12	2 2	8 5	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	VF21	18 9	2 2	8 6	6,40 4,80	9,14	Baixo
Viga	P	VF22	18 10	2 2	8 7	6,40 5,60	9,39	Baixo
Viga	P	VF23	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	VF24	18 6	1 1	8 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Viga	P	VF25	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	VF26	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	VF27	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	VF28	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	VF29	12 18 6	2 2 1	5 8 10	4,00 6,40 4,00	9,96	Baixo
Viga	P	VF30	6 18	1 2	10 8	4,00 6,40	8,86	Baixo
Viga	P	VF31	6 18	1 1	10 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
Viga	P	VF32	18 6	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Viga	P	VF33	18 6 8	1 1 2	8 10 7	3,20 4,00 5,60	8,75	Baixo
Laje	P	L1	2 16 12 18 6	2 2 2 1 2	3 6 5 7 10	2,40 4,80 4,00 2,80 8,00	13,09	Baixo
Laje	P	L8	2 6 18	2 2 1	3 10 7	2,40 8,00 2,80	11,15	Baixo
Laje	P	L9	12 6 18	2 2 2	5 10 7	4,00 8,00 5,60	12,36	Baixo
Laje	P	L11	6 12 18	2 2 1	10 5 7	4,00 8,00 2,80	11,68	Baixo
Laje	P	L12	6 18 12 9 10	2 2 2 2 2	10 7 5 6 7	8,00 5,60 4,00 4,80 5,60	13,71	Baixo
Laje	P	L15-A	12 18	2 1	5 7	4,00 2,80	5,65	Baixo

Laje	P	L16	12 18 2 6	2 2 1 1	5 7 3 10	4,00 5,60 1,20 4,00	9,08	Baixo
Laje	P	L17	2 6 18	2 2 1	3 10 7	2,40 8,00 2,80	11,15	Baixo
Laje	P	L18	6 2 18	2 2 2	10 3 7	8,00 2,40 5,60	12,00	Baixo
Laje	P	L19	18 6 2	2 1 2	7 10 3	5,60 4,00 2,40	8,59	Baixo
Laje	P	L20	2 6 18 9 10	2 1 2 2 2	3 10 7 6 7	2,40 4,00 5,60 4,80 5,60	9,80	Baixo
Laje	P	L21	6 18	1 1	10 7	4,00 2,80	5,65	Baixo
Laje	P	L22	6 18 2	2 1 2	10 7 3	8,00 2,80 2,40	11,15	Baixo
Laje	P	L23	2 6 18	2 1 1	3 10 7	2,40 4,00 2,80	6,26	Baixo
Laje	P	L24	6 18 2	3 2 2	10 7 3	40,00 5,60 2,40	46,67	Médio
Laje	P	L25	6 2 18	1 1 1	10 3 7	4,00 1,20 2,80	6,00	Baixo
Laje	P	L27	12 18	2 1	5 7	4,00 2,80	5,65	Baixo
Laje	P	L28	2 6 18 10	2 2 2 2	3 10 7 7	2,40 8,00 5,60 5,60	13,04	Baixo
Laje	P	L29	18 6 2	2 2 2	7 10 3	5,60 8,00 2,40	12,00	Baixo
Laje	P	L30	18 2 6	2 2 2	7 3 10	5,60 2,40 8,00	12,00	Baixo
Laje	P	L31	2 18 6	1 1 1	3 7 10	1,20 2,80 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L1	12 18 6 9	2 2 2 2	5 7 10 6	4,00 5,60 8,00 4,80	13,14	Baixo
Laje	P	L4	18 2 6	1 2 1	7 3 10	2,80 2,40 4,00	6,26	Baixo
Laje	P	L5	2 18 6 9 10	2 2 2 1 2	3 7 10 6 7	2,40 5,60 8,00 2,40 5,60	13,33	Baixo
Laje	P	L7	2 6 9 10 12	2 1 2 2 2	3 10 6 7 5	2,40 4,00 4,80 5,60 4,00	9,69	Baixo
Laje	P	L8	18 6	1 1	7 10	2,80 4,00	5,65	Baixo
Laje	P	L9	12 2 18 6	2 2 1 1	5 3 7 10	4,00 2,40 2,80 4,00	6,79	Baixo

Laje	P	L10	12 2 10 18 6	2 2 2 2 2	5 3 7 7 10	4,00 2,40 5,60 5,60 8,00	13,50	Baixo
Laje	P	L11	2 10 12 18	2 2 2 1	3 7 5 7	2,40 5,60 4,00 2,80	9,08	Baixo
Laje	P	L12	12 18 2 4 6	2 1 1 3 1	5 7 3 8 10	4,00 2,80 1,20 32,00 4,00	40,73	Médio
Laje	P	L13	12 2 18 6	2 2 2 2	5 3 7 10	4,00 2,40 5,60 8,00	12,80	Baixo
Laje	P	L14	6 2 16 18 12	2 2 2 2 2	10 3 6 7 5	8,00 2,40 4,80 5,60 4,00	13,42	Baixo
Laje	P	L15	2 16 10 18 12 6	2 2 2 2 2 1	3 6 7 7 5 10	2,40 4,80 5,60 5,60 4,00 4,00	10,01	Baixo
Laje	P	L16	2 6 18 9	1 2 2 2	3 10 7 6	1,20 8,00 5,60 4,80	12,73	Baixo
Laje	P	L17	18 6 2	2 2 1	7 10 3	5,60 8,00 1,20	11,68	Baixo
Laje	P	L18	18 6 12 2	2 2 2 2	7 10 5 3	5,60 8,00 4,00 2,40	12,80	Baixo
Laje	P	L19	12 18	2 2	5 7	4,00 5,60	7,93	Baixo
Laje	P	L20	2 18	1 2	3 7	1,20 5,60	6,59	Baixo
Laje	P	L21	6 2 16 18 12	2 1 1 2 2	10 3 6 7 5	8,00 1,20 2,40 5,60 4,00	12,98	Baixo
Laje	P	L22	2 6 18 10 9	2 1 2 2 1	3 10 7 7 6	2,40 4,00 5,60 5,60 2,40	9,63	Baixo
Laje	P	L23	18 6 2	2 3 1	7 10 3	5,60 4,00 1,20	45,81	Médio
Laje	P	L24	2 6 18	2 3 1	3 10 7	2,40 40,00 2,80	44,60	Médio
Laje	P	L25	18 2 6 10	1 2 2 2	7 3 10 7	2,80 2,40 8,00 5,60	12,60	Baixo
Laje	P	L26	6 4 18	1 2 1	10 8 7	4,00 6,40 2,80	9,70	Baixo
Laje	P	L27	6 18	1 1	10 7	4,00 2,80	5,65	Baixo
Laje	P	L28	18 6 2 12	2 2 2 2	7 10 3 5	5,60 8,00 2,40 4,00	12,80	Baixo

Laje	P	L29	12 6 2 18	2 2 2 1	5 10 3 7	4,00 8,00 2,40 2,80	12,28	Baixo
Laje	P	L30	2 6 18 12	2 2 2 2	3 10 7 5	2,40 8,00 5,60 4,00	12,80	Baixo
Laje	P	L31	2 12 10 18 6	2 2 2 1 2	3 5 7 7 10	2,40 4,00 5,60 2,80 8,00	13,19	Baixo
Laje	P	L32	2 18 10 12 6	2 1 2 2 2	3 7 7 5 10	2,40 2,80 5,60 4,00 8,00	13,19	Baixo
Laje	P	L33	16 2 12 6 18	2 2 2 2 2	6 3 5 10 7	4,80 2,40 4,00 8,00 5,60	13,42	Baixo
Laje	P	L34	6 18 12	1 2 2	10 7 5	4,00 5,60 4,00	8,89	Baixo
Laje	P	L1	18 6 10 16	2 2 2 1	7 10 7 6	5,60 8,00 5,60 2,40	13,04	Baixo
Laje	P	L2	6 18 10 2	2 2 2 2	10 7 7 3	8,00 5,60 5,60 2,40	13,04	Baixo
Laje	P	L3	6 18 10 2	2 2 2 1	10 7 7 3	8,00 5,60 5,60 1,20	12,86	Baixo
Laje	P	L4	6 12 18	2 2 1	10 5 7	8,00 4,00 2,80	11,68	Baixo
Laje	P	L5	12 2 18 6	2 2 2 1	5 3 7 10	4,00 2,40 5,60 4,00	9,24	Baixo
Laje	P	L8	6 2 18	1 1 1	10 3 7	4,00 1,20 2,80	6,00	Baixo
Laje	P	L9	6 2 18	2 1 1	10 3 7	8,00 1,20 2,80	10,67	Baixo
Laje	P	L10	6 18 2	1 1 1	10 7 3	4,00 2,80 1,20	6,00	Baixo
Laje	P	L11	6 2 18	2 2 2	10 3 7	8,00 2,40 5,60	12,00	Baixo
Laje	P	L12	2 18 6	2 1 1	3 7 10	2,40 2,80 4,00	6,26	Baixo
Laje	P	L13	2 18	2 1	3 7	2,40 2,80	4,09	Baixo
Laje	P	L14	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Laje	P	L15	18 12	1 2	7 5	2,80 4,00	5,65	Baixo
Laje	P	L16	2 12 18	1 2 1	3 5 7	1,20 4,00 2,80	6,00	Baixo
Laje	P	L17	18 12	2 2	7 5	5,60 4,00	7,93	Baixo
Laje	P	L18	18 12	2 2	7 5	5,60 4,00	7,93	Baixo
Laje	P	L19	18 16	1 2	7 6	2,80 4,80	6,57	Baixo

Laje	P	L20	2 6 18	2 1 2	3 10 7	2,40 4,00 5,60	8,59	Baixo
Laje	P	L21	2 18 6	1 2 2	3 7 10	1,20 5,60 8,00	9,08	Baixo
Laje	P	L22	6 18 10 2	2 1 2 2	10 7 7 3	8,00 2,80 5,60 2,40	12,60	Baixo
Laje	P	L23	10 6 18 2	2 2 1 2	7 10 7 3	5,60 8,00 2,80 2,40	12,60	Baixo
Laje	P	L24	18 6 2	2 3 2	7 10 3	5,60 40,00 2,40	46,67	Médio
Laje	P	L25	12 18 2	2 2 1	5 7 3	4,00 5,60 1,20	8,30	Baixo
Laje	P	L26	6 2 18	2 2 1	10 3 7	8,00 2,40 2,80	11,15	Baixo
Laje	P	L27	6 18 2	2 1 2	10 7 3	8,00 2,80 2,40	11,15	Baixo
Laje	P	L28	6 18 2	2 1 1	10 7 3	8,00 2,80 1,20	10,67	Baixo
Laje	P	L29	2 18 6	1 1 1	3 7 10	1,20 2,80 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L30	6 18 2	1 2 1	10 7 3	4,00 5,60 1,20	8,30	Baixo
Laje	P	L31	6 18 2	1 1 2	10 7 3	4,00 2,80 2,40	6,26	Baixo
Laje	P	L32	6 18 16	2 2 2	10 7 6	8,00 5,60 4,80	12,52	Baixo
Escada	P	VE1	18 6	2 1	7 10	5,60 4,00	7,93	Baixo
Escada	P	VE2	18 9 10 4 6	2 2 2 1 1	7 6 7 8 10	5,60 4,80 5,60 3,20 4,00	9,85	Baixo
Escada	P	VE3	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Escada	P	VE4	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	LE1	18 9	2 2	7 6	5,60 4,80	8,18	Baixo
Escada	P	LE2	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	LP1	18 6	2 2	7 10	5,60 8,00	8,89	Baixo
Escada	P	LP2	18 9	2 2	7 6	5,60 4,80	8,18	Baixo
Escada	P	LE3	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	LE4	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	VE1'	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	VE2'	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Escada	P	VE3'	4 18	2 2	8 7	6,40 5,60	9,39	Baixo
Escada	P	VE4'	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	VE1	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	VE2	18 6	2 1	7 10	5,60 4,00	7,93	Baixo
Escada	P	VE3	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	VE4	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	LE1	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	LE2	18	2	7	5,60	5,60	Baixo

PLANILHA SINOPSE DOS DANOS

Edifício: Bloco D34 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá – PR

Data da Vistoria: 21 a 25/03/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Dano	Danos à estrutura	Pilar		Viga		Laje		Escada/ rampa		Cortina		Reservatórios		Bloco		Elemento arquitetônico		Geral	
		%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau
1	Segregação																		
2	Lixiviação/eflorescência			4,56	42,00	22,22	126,00											8,78	168,00
3	Desagregação																		
4	Esfoliação	5,00	106,40	2,46	44,80	0,72	38,40	6,67	9,60									2,81	199,20
5	Carbonatação ¹	1,54	22,40	0,70	11,20													0,70	33,60
6	Fissuração inaceitável	16,54	336,00	28,07	512,00	24,73	580,00	13,33	20,00									22,95	1.448,00
7	Flecha / flambagem																		
8	Desvio de geometria	7,69	144,00	3,51	53,20													3,52	197,20
9	Cobrimento insuficiente	4,23	64,80	5,61	76,80	2,51	28,80	10,00	14,40									4,33	184,80
10	Corrosão	7,69	156,80	4,91	100,80	6,09	95,20	3,33	5,60									6,09	358,40
11	Cloreto (presença)																		
12	Mancha	7,31	140,00	7,72	232,00	11,83	132,00											8,67	504,00
13	Deformação lenta			1,05	14,40													0,35	14,40
14	Carga acidental																		
15	Agressão ambiental																		
16	Infiltração / vazamento			2,81	55,20	2,87	33,60											1,87	88,80
17	Recalque / deslocamento																		
18	Nicho de concretagem	29,61	668,80	34,04	723,20	29,03	344,40	66,67	106,40									32,20	1.842,80
19	Esmagamento																		
20	Junta danificada	3,85	144,00															1,17	144,00
21	Junção de elementos	16,54	328,00	4,56	57,60													6,56	385,60
Nº. elementos / grau de dano total		77	2.111,20	98	1.923,20	82	1.378,40	20	156,00									277	5.568,80
Mínimo/máximo grau de deterioração		6,40	65,82	3,20	49,78	4,09	46,67	2,80	9,85									2,80	65,82
Desvio padrão / média (Gde)		16,04	17,54	10,35	13,94	8,90	12,01	1,93	6,38									11,87	13,82
Fr. - principal / Gdf		5,00	51,31	5,00	37,66	4,00	44,90											Gde> 20 = 32	
Fr. – secundária / Gdf																		Gd = 44,60 (Alt0)	

(1) Considerados somente os elementos ensaiados

ANEXO D 3

QUARTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco D34
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Documentos Fotográficos



BLOCO D34 - FACHADA SUDOESTE



BLOCO D34 - DETALHE DO ENSAIO DE POTENCIAL DE CORROSÃO - VIGA VP1'



BLOCO D34 - DETALHE DO ENSAIO DE CARBONATAÇÃO - VIGA VP1'



BLOCO D34 - DETALHE DO ENSAIO DE TEOR DE CLORETOS - VIGA VP1'



BLOCO D34 – DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE CORROSÃO - PILAR P32

ANEXO E

QUINTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco G34
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

ANEXO E 1

QUINTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco G34
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Relatório Técnico de Vistoria e Relatório Técnico de Inspeção

RELATÓRIO TÉCNICO DE VISTORIA

Edifício: Bloco G34 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 01 a 03/04/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Identificação	(Fr)	Dano estrutural	Fator de intensidade (Fi)	Observação
Pilar	P1	P	6-10-18-4-21-12	2-2-2-2-1-2	
Pilar	P2	P	18-6-12-21-10	2-3-2-2-2	
Pilar	P3	P	6-10-9-12-18-21-5	3-2-2-3-3-2-2	
Pilar	P4	P	20-12-6-18-10	2-2-2-3-2	
Pilar	P5	P	20-12-18-21-6-10-2	2-2-3-2-2-2-2	
Pilar	P6	P	12-6-10-21-18-9-5	2-3-2-2-2-1-2	
Pilar	P7	P	8-12-18-6-10-21-4	2-2-3-3-2-2-2	
Pilar	P8	P	8-18-10-6-21-9	2-3-2-2-2-2	
Pilar	P9	P	6-18-4-21-12-10	2-3-2-2-2-2	
Pilar	P10	P	8-21-6-10-18-1	2-2-2-2-2-1	
Pilar	P11	P	6-18-9-10-1	2-2-2-2-2	
Pilar	P12	P	21-18-1	1-1-1	
Pilar	P13	P	18-1-21-8	2-2-1-2	
Pilar	P14	P	20-18-21	2-1-1	
Pilar	P15	P	20-18-1-8	2-1-1-2	
Pilar	P16	P	21-18-4-6	1-2-2-1	
Pilar	P17	P	18-21-1-6	2-1-1-1	
Pilar	P18	P	18-10-6-9	2-2-2-2	
Pilar	P19	P	18-6-4-10-2	2-2-2-2-1	
Pilar	P20	P	18-1-8-21	2-2-2-2	
Pilar	P21	P	21-18-6-10-1	1-2-2-2-1	
Pilar	PN4	P	12-8-6-10-18-2	3-2-2-2-2-2	
Pilar	PN1	P	21-6-10-8-18-12-4	2-3-2-2-2-2-2	
Pilar	PN2	P	12-18-21-6-4-10	3-2-2-2-3-2	
Pilar	PN3	P	21-18-6-10-12-1	2-2-2-2-1-2	
Pilar	P22	P	9-10-20-1-18-6	2-2-2-2-2-1	
Pilar	P23	P	21-18-20	1-2-2	
Pilar	P24	P	6-18-1-8	1-2-2-2	
Pilar	P25	P	21-18-1	2-1-1	
Pilar	P26	P	18-10-6-9	2-2-2-2	
Pilar	P27	P	18-6-10-2	2-2-2-1	
Pilar	P28	P	8-18-6-10-1-9-21	2-2-2-2-3-2-2	
Pilar	P29	P	12-18-4-21-6-10	2-2-2-2-3-2	
Pilar	P30	P	12-21-18-6	3-2-3-1	
Pilar	P31	P	12-21-4-9-10-18-6	3-2-2-2-2-2-2	
Pilar	P32	P	12-20-21-6-10-8-18-9	3-2-3-2-2-2-2-2	
Pilar	P33	P	12-21-18-8-6-10-20	3-2-2-2-2-2-2	
Pilar	P34	P	1-18-6-10-12-8-9-5	2-2-3-2-3-2-1-2	
Pilar	P35	P	12-6-10-21-8-18-9-5	3-3-2-1-2-2-1-2	
Pilar	P36	P	12-18-6-1-4	3-2-1-1-2	
Pilar	PT1	P	6-10-18	2-2-2	
Pilar	PT2	P	6-10-18	3-2-2	
Pilar	PT3	P	9-6-18-10	3-3-2-3	
Pilar	PT4	P	20-18	1-2	
Pilar	PT5	P	18-21-6	2-2-1	
Pilar	PT6	P	18	2	
Pilar	PT7	P	18-6	2-1	
Pilar	PT8	P	8-18-6	2-2-1	
Pilar	PT9	P	6	1	
Pilar	PT10	P	21-1-6	2-2-1	
Pilar	PT12	P	1-21-8-18	2-1-2-1	
Pilar	PT13	P	18-1-6	1-2-2	
Pilar	PT14	P	6-21-4-1	1-2-2-2	
Pilar	PT15	P	6-1	1-2	
Pilar	PT16	P	18-1-6	2-2-1	
Pilar	PT17	P	1-18-6	2-1-1	
Pilar	PT18	P	1-18-6	1-2-1	
Pilar	PT19	P	6-1	1-2	
Pilar	PT21	P	18-6	2-1	
Pilar	PT22	P	18-9-10	1-2-2	
Pilar	PT23	P	18	3	
Pilar	PT24	P	18-21-1	2-1-1	
Pilar	PT25	P	18-21-6-1	2-1-1-1	
Pilar	PT26	P	8-18	2-1	
Pilar	PT27	P	4-9-10-6-18-1	2-2-2-2-1-1	

Pilar	P4'	P	18-20	2-2	
Pilar	P5'	P	18-21-20	2-2-2	
Pilar	PE1	P	21-18-6-8-1	2-2-2-2-2	
Pilar	PE2	P	12-6-10-18	2-3-2-2	
Viga	VB1	P	9-18	2-2	piso térreo
Viga	VB5	P	21-6	2-1	piso térreo
Viga	VB23	P	6-1-12	1-1-2	piso térreo
Viga	VB34	P	9-10-4-18-1	2-2-2-1-2	piso térreo
Viga	VP1	P	6-18-12-9-10-2-16	1-2-2-2-2-1-2	piso 1º. pavimento
Viga	VP2	P	6-18-12-9-10	2-2-2-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	VP3	P	9-6-10-12-18-4	2-2-2-2-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	VM1	P	18-1-6-9-12-2-5-10	2-2-2-1-3-1-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	VM3	P	18-6-1-2	2-2-1-2	piso 1º. pavimento
Viga	VM4	P	18-6-9-10-1	2-2-2-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	VM5	P	6-18	2-1	piso 1º. pavimento
Viga	VM7	P	6-12-18-1-9-10-8-2-5	2-3-2-2-1-2-1-1-2	piso 1º. pavimento
Viga	VM8	P	6-18	2-1	piso 1º. pavimento
Viga	VM9	P	18-6-1	1-2-1	piso 1º. pavimento
Viga	VM10	P	6-18	2-2	piso 1º. pavimento
Viga	VM11	P	6-1-18	1-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	VM12	P	18-6-1	1-1-1	piso 1º. pavimento
Viga	VM13	P	6-21-1-18	2-1-1-1	piso 1º. pavimento
Viga	VM14	P	12-6-18	2-1-2	piso 1º. pavimento
Viga	VM15	P	18-6	1-1	piso 1º. pavimento
Viga	VM16	P	18-1-6	1-1-2	piso 1º. pavimento
Viga	VM17	P	9-6-1	2-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	VF1	P	6-8	2-2	forro mezanino
Viga	VF2	P	18-6-1	2-2-1	forro mezanino
Viga	VF3	P	18-1-6-21-4	2-2-2-1-2	forro mezanino
Viga	VF4	P	6-18-21	2-2-1	forro mezanino
Viga	VF5	P	6-18-21-9-4	2-2-1-2-2	forro mezanino
Viga	VF6	P	18-1-6	2-1-1	forro mezanino
Viga	VF7	P	2-18-6	2-2-1	forro mezanino
Viga	VF8	P	18-6-1-8	2-1-1-1	forro mezanino
Viga	VF9	P	6-18-4-1	2-2-2-1	forro mezanino
Viga	VP1	P	18-6-2-9-10	2-2-1-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VP2	P	12-18-10-9-6	2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VP3	P	12-18-6-8-9-10-1-4	2-3-2-2-2-2-3-2	piso 2º. pavimento
Viga	VP1'	P	18-9-10-12-6-2-1	2-2-2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VP2'	P	6-18-9-10-1	2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	VP3'	P	12-6-18-10-4-16-2-9-1	3-2-3-2-2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V1	P	12-6-1-18-4-2	3-2-2-2-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V2	P	18-6-12-1-4-9-10	2-3-2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V6	P	18-6-1-2	2-2-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V7	P	6-8-4-1-18	2-2-2-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V8	P	6-1-9-10	2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V9	P	18-6-8-1	2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V10	P	1-6-18-21	3-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V 13	P	12-18-21-9-10-2-6	3-2-2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V14	P	12-18-21-2-6-1	3-2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V15	P	6-1-18	2-1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V16	P	8-18-6-1	2-1-1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V17	P	18-6-1	2-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V18	P	6-18	1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V19	P	6-1	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V20	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V21	P	6-1	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V22	P	6-1	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V23	P	1-6-18	2-1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V25	P	1-18-6	1-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V26	P	18-6-1	1-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V27	P	1-18	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V28	P	6-1	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V29	P	6	1	piso 2º. pavimento
Viga	V30	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V31	P	1	1	piso 2º. pavimento
Viga	V32	P	6-18	2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V33	P	6-18-21	1-1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V34	P	6-18-1	2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V35	P	6-18-7	1-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V36	P	1-18	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V37	P	18-6-1-8	2-2-2-1	piso 2º. pavimento

Viga	VP1	P	12-6-18	3-1-3	cobertura
Viga	VP2	P	12-18-6	2-2-2	cobertura
Viga	VP3	P	12-9-10-18	3-2-2-2	cobertura
Viga	VP6	P	12-6-18-1-4-2-16	3-2-2-2-2-1-1	cobertura
Viga	VP7	P	12-2-1-18-6-16	3-2-2-2-2-2	cobertura
Viga	VP8	P	12-18-2-4	3-2-2-2	cobertura
Viga	VP9	P	12-2-18-16-1	3-2-2-1-2	cobertura
Viga	VP1'	P	12-18	2-2	cobertura
Viga	VP2'	P	12-6-9-10-18	3-2-2-2-2	cobertura
Viga	VP3'	P	12-6-18-1	3-1-2-2	cobertura
Viga	VF1	P	6-18-21	2-2-2	cobertura
Viga	VF6	P	18-6-1	2-2-2	cobertura
Viga	VF7	P	18-6-1	2-2-2	cobertura
Viga	VF8	P	18-1-12-8-6	2-2-2-2-1	cobertura
Viga	VF9	P	1-6-18-21	2-1-2-1	cobertura
Viga	VF14	P	18-6	2-1	cobertura
Viga	VF15	P	2-6-18	1-2-2	cobertura
Viga	VF16	P	8-18-1-6	2-1-1-2	cobertura
Viga	VF17	P	18-1-6	2-1-1	cobertura
Viga	VF19	P	18-6-1-21	3-2-2-1	cobertura
Viga	V F20	P	6-18	2-1	cobertura
Viga	VF21	P	18-1	2-1	cobertura
Viga	VF22	P	18-6	2-1	cobertura
Viga	VF23	P	1-18-12	1-1-3	cobertura
Viga	VF26	P	18-2	2-2	cobertura
Viga	VF27	P	18-1	1-1	cobertura
Viga	VF28	P	6-18-1	2-1-1	cobertura
Viga	VF29	P	8-6-18	2-2-1	cobertura
Viga	VF30	P	18	1	cobertura
Viga	VF31	P	18-6	2-1	cobertura
Viga	V F32	P	18-8-1-6	1-2-2-2	cobertura
Viga	VF33	P	6-18	1-1	cobertura
Viga	VF34	P	1-18-6	1-1-1	cobertura
Viga	VF35	P	2-1	1-2	cobertura
Viga	VF36	P	18-8-1-6-21	2-2-1-2-1	cobertura
Viga	VF37	P	6-18-8	3-2-2	cobertura
Viga	VF38	P	1-6-18-9	3-1-1-2	cobertura
Laje	L1	P	6-18-2-16-9-10	2-1-1-2-2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L4	P	6-18-2	3-1-1	piso 1º. pavimento
Laje	L5	P	6-1-18	3-1-1	piso 1º. pavimento
Laje	L7	P	6-2	2-1	piso 1º. pavimento
Laje	L 8	P	6-18	2-1	piso 1º. pavimento
Laje	L9	P	6-18	2-1	piso 1º. pavimento
Laje	L10	P	6-2	2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L11	P	6-18-2	3-2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L12	P	6-18-2	3-1-2	piso 1º. pavimento
Laje	L13	P	6-18	2-1	piso 1º. pavimento
Laje	L14	P	6-2	1-1	piso 1º. pavimento
Laje	L15	P	6-18-9-10	1-1-2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L18	P	6	3	piso 1º. pavimento
Laje	L18-A	P	6-18	2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L19	P	6-1	3-1	piso 1º. pavimento
Laje	L19-A	P	6-18	2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L20	P	6-18	2-1	piso 1º. pavimento
Laje	L21	P	6-18	2-1	forro mezanino
Laje	L22	P	6-18-4-10	2-1-2-2	forro mezanino
Laje	L 23	P	6-18-4-9	2-1-2-2	forro mezanino
Laje	L24	P	1-2-6-18	2-2-2-1	forro mezanino
Laje	L25	P	6-18-2-1	2-1-1-2	forro mezanino
Laje	L26	P	2-6-10-12	2-2-2-2	forro mezanino
Laje	L27	P	18-6	2-2	forro mezanino
Laje	L29	P	6-18-2	1-1-1	forro mezanino
Laje	L30	P	6-18	2-1	forro mezanino
Laje	L31	P	2-6-10-18	2-2-2-1	forro mezanino
Laje	L32	P	10-2-6-18	2-2-2-1	forro mezanino
Laje	L1	P	2-6-1-18	1-2-1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L 3	P	6-18	3-1	piso 2º. pavimento
Laje	L4	P	6-4	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L5	P	6-10-2-18	2-2-1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L6	P	6-2-1	3-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L8	P	1-9-6-2	2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L 10	P	18-4-6	1-2-2	piso 2º. pavimento

Laje	L11	P	2-12-18-6-1	2-2-1-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L12	P	2-6-18	1-1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L13	P	2-6	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L14	P	18-2-6-8	1-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L 15	P	6-9-1-2	2-2-3-1	piso 2º. pavimento
Laje	L16	P	12-2-6-18	2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L18	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L19	P	6-18-2-1	2-1-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L22	P	1-18-6-2-10	2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L 23	P	18	1	piso 2º. pavimento
Laje	L25	P	6-1	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L32-A	P	18-2-1-6	1-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L26	P	6-2-18	2-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L27	P	2-6	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L 29	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L30	P	6-18	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L31	P	6-2-18	2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L32	P	18-1-6-2-4	1-1-2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L33	P	6-1-4	3-1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L 34	P	6-1-2	2-1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L35	P	6-2-18	2-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L36	P	6-2-18	2-1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L37	P	6-10-4-1	2-2-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L38	P	1-6	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L 39	P	6-12-2-18	2-2-1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L1	P	6-18	1-1	cobertura
Laje	L3	P	6-1-2	2-1-1	cobertura
Laje	L4	P	18-2-6-1	2-2-1-1	cobertura
Laje	L5	P	6-1-18	3-2-1	cobertura
Laje	L 5-A	P	6-1-18	2-2-1	cobertura
Laje	L8	P	2-16-6-18	2-2-2-1	cobertura
Laje	L9	P	9-6-2-18-16-10	2-2-2-1-2-2	cobertura
Laje	L10	P	2-6-18-10	2-2-1-2	cobertura
Laje	L11	P	6-2-18-10	3-1-1-2	cobertura
Laje	L 12	P	6-18-2	2-1-1	cobertura
Laje	L13	P	6-18	2-1	cobertura
Laje	L14	P	2-6	2-1	cobertura
Laje	L16	P	1-6-18	1-2-1	cobertura
Laje	L17	P	8-1-6	2-2-2	cobertura
Laje	L 18	P	6-1-2	2-2-1	cobertura
Laje	L19	P	6-18	1-1	cobertura
Laje	L20	P	6-1	1-1	cobertura
Laje	L22	P	6-18	2-1	cobertura
Laje	L23	P	6-2-18-16	2-2-1-2	cobertura
Laje	L 24	P	2-6-16-18	2-1-1-1	cobertura
Laje	L25	P	6-2-18-1	2-2-1-1	cobertura
Laje	L26	P	1-18-6	2-1-2	cobertura
Laje	L27	P	1-6-9-2-16	2-2-2-2-1	cobertura
Laje	L29	P	6-2-18	1-1-1	cobertura
Laje	L 30	P	6-2-16-18	2-3-2-2	cobertura
Laje	L31	P	6-1-18-2-16	2-1-1-2-1	cobertura
Laje	L32	P	6-2-16-1-18	2-2-1-2-1	cobertura
Laje	L33	P	16-2-6-1-18	3-3-2-2-1	cobertura
Laje	L34	P	2-16-18-1	2-2-1-1	cobertura
Laje	L35	P	6-2-16	2-2-1	cobertura
Escada	LE1	P	1-18	2-1	de emergência
Escada	LE2	P	18-1	1-1	de emergência
Escada	LE3	P	18-1	2-1	de emergência
Escada	VE1	P	1-6	2-1	de emergência
Escada	VE2	P	6-18-1	1-1-2	de emergência
Escada	VE3	P	1-18	2-1	de emergência
Escada	PE1	P	6	2	de emergência
Escada	PE2	P	18	1	de emergência
Escada	LE4	P	18-1	1-1	de emergência
Escada	VE4	P	1-8-18	2-2-1	de emergência
Escada	LE1	P	18-1	2-2	central
Escada	LE2	P	18-1	2-2	central
Escada	VE2	P	6-1	1-2	central
Escada	VE3	P	6-1	1-2	central
Escada	VE4	P	6-1-18	2-2-1	central
Escada	VE5	P	6-18-1	1-1-2	central

RELATÓRIO TÉCNICO DE INSPEÇÃO

Edifício: Bloco G34 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 24 a 25/05/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Identificação	Área nº. 1: Pilar P3								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	21,9	23,3	3,7	18,5	10,9	17,3	15,93	7,39	46,39
Carbonatação (mm)	34,4	36,3	18,8	32,4	27,9	30,0	29,97	6,24	20,82
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-12,5	-13,0	-15,1	-13,9	-17,00	-12,7	-14,03	1,74	12,40
Potencial de Corrosão (V)	-0,350	-0,351	-0,826	-0,393	-0,331	-0,390	-0,440	0,191	43,41

Identificação	Área nº. 2: Pilar P6								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	17,8	12,6	15,9	19,1	18,3	31,7	19,23	6,53	33,96
Carbonatação (mm)	32,3	25,1	31,2	35,6	33,8	45,8	33,97	6,81	20,05
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-14,5	-12,5	-15,3	-16,5	-15,5	-14,1	-14,73	1,38	9,37
Potencial de Corrosão (V)	-0,493	-0,806	-0,728	-0,828	-0,276	-0,715	-0,641	0,215	33,54

Identificação	Área nº. 3: Pilar P 34								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	17,7	29,7	11,3	18,5	24,3	25,7	21,20	6,63	31,27
Carbonatação (mm)	33,1	42,2	28,8	33,0	39,9	40,6	36,27	5,36	14,78
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-15,4	-12,5	-17,5	-14,5	-15,6	-14,9	-15,07	1,63	10,82
Potencial de Corrosão (V)	-0,772	-0,693	-0,599	-0,580	-0,624	-0,583	-0,642	0,076	11,84

Identificação	Área nº. 4: Pilar 35								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	27,1	20,06	35,4	24,4	14,2	18,7	23,40	7,39	31,58
Carbonatação (mm)	39,7	36,8	50,0	42,6	28,8	38,1	39,33	6,98	17,75
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-12,6	-16,2	-14,6	-18,2	-14,6	-19,4	-15,93	2,53	15,88
Potencial de Corrosão (V)	-0,555	-0,600	-0,663	-0,635	-0,783	-0,710	-0,658	0,081	12,31

Identificação	Área nº. 5: Viga VM1								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	15,2	13,8	7,8	10,2	10,9	11,1	11,50	2,64	22,96
Carbonatação (mm)	33,1	30,6	26,7	31,4	33,4	34,2	31,57	2,73	8,65
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-17,9	-16,8	-18,9	-21,2	-22,5	-23,1	-20,07	2,57	12,81
Potencial de Corrosão (V)	-0,196	-0,198	-0,440	-0,217	-0,206	-0,198	-0,2425	0,097	40,00

Identificação	Área nº. 6: Viga VM7								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	17,1	17,6	11,5	20,3	21,6	23,1	18,53	4,14	22,34
Carbonatação (mm)	38,0	39,2	33,9	40,2	40,5	44,3	39,35	3,41	8,67
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-20,9	-21,6	-22,4	-19,9	-18,9	-21,2	-20,82	1,25	6,00
Potencial de Corrosão (V)	-0,360	-0,081	-0,205	-0,374	-0,122	-0,084	-0,2043	0,134	65,59

Valores gerais da inspeção

Dados pesquisados	Média	Desvio padrão (s)	Coefficiente de variação (Cv) em %
Cobrimento (mm)	18,30	6,81	37,21
Carbonatação (mm)	35,08	6,26	17,84
Exposição (mm)	-16,78	3,23	19,25
Potencial de Corrosão (V)	-0,471	0,234	49,68

Nota: Os valores em negrito, constantes das áreas de 1 a 6, foram os considerados para efeito de introdução no relatório técnico de vistoria do dano estrutural (D) e de seu respectivo fator de intensidade (Fi), pois foram os mais elevados e prejudiciais.

ANEXO E 2

QUINTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco G34
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Planilhas de Cálculo

FORMULÁRIO PARA O CÁLCULO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DO ELEMENTO (Gde)

Edifício: Bloco G34 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 01 a 03/04/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Relevância estrutural	Identificação	Dano estrutural	Fator de intensidade (Fi)	Fator de ponderação (Fp)	Grau do dano (D)	Grau de deterioração (Gde)	Nível de deterioração
Pilar	P	P1	6 10 18 4 21 12	2 2 2 2 1 2	10 7 8 8 10 5	8,00 5,06 6,40 6,40 4,00 4,00	14,14	Baixo
Pilar	P	P2	18 6 12 21 10	2 3 2 2 2	8 10 5 10 7	6,40 40,00 4,00 8,00 5,60	55,00	Alto
Pilar	P	P3	6 10 9 12 18 21 5	3 2 2 3 3 2 2	10 7 6 5 8 10 7	40,00 5,60 4,80 20,00 32,00 8,00 5,60	66,21	Alto
Pilar	P	P4	20 12 6 18 10	2 2 2 3 2	10 5 10 8 7	8,00 4,00 8,00 32,00 5,60	46,22	Médio
Pilar	P	P5	20 12 18 21 6 10 2	2 2 3 2 2 2 2	10 5 8 10 10 7 5	8,00 4,00 32,00 8,00 8,00 5,60 4,00	49,29	Médio
Pilar	P	P6	12 6 10 21 18 9 5	2 3 2 2 2 1 2	5 10 7 10 8 6 7	4,00 40,00 5,60 8,00 6,40 2,40 5,60	57,78	Alto
Pilar	P	P7	8 12 18 6 10 21 4	2 2 3 3 2 2 2	9 5 8 10 7 10 8	7,20 4,00 32,00 40,00 5,60 8,00 6,40	64,50	Alto
Pilar	P	P8	8 18 10 6 21 9	2 3 2 2 2 2	9 8 7 10 10 6	7,20 32,00 5,60 8,00 8,00 4,80	48,39	Médio
Pilar	P	P9	6 18 4 21 12 10	2 3 2 2 2 2	10 8 8 10 5 7	8,00 32,00 6,40 8,00 4,00 5,60	48,00	Médio
Pilar	P	P10	8 21 6 10 18 1	2 2 2 2 2 1	9 10 10 7 8 6	7,20 8,00 8,00 5,60 6,40 2,40	14,30	Baixo

Pilar	P	P11	6 18 9 10 1	2 2 2 2 2	10 8 6 7 6	8,00 6,40 4,80 5,60 4,80	13,84	Baixo
Pilar	P	P12	21 18 1	1 1 1	10 8 6	4,00 3,20 2,40	6,33	Baixo
Pilar	P	P13	18 1 21 8	2 2 1 2	8 6 10 9	6,40 4,80 4,00 7,20	12,09	Baixo
Pilar	P	P14	20 18 21	2 1 1	10 8 10	8,00 3,20 4,00	11,79	Baixo
Pilar	P	P15	20 18 1 8	2 1 1 2	10 8 6 9	8,00 3,20 2,40 7,20	12,92	Baixo
Pilar	P	P16	21 18 4 6	1 2 2 1	10 8 8 10	4,00 6,40 6,40 4,00	10,83	Baixo
Pilar	P	P17	18 21 1 6	2 1 1 1	8 10 6 10	6,40 4,00 2,40 4,00	10,36	Baixo
Pilar	P	P18	18 10 6 9	2 2 2 2	8 7 10 6	6,40 5,60 8,00 4,80	13,42	Baixo
Pilar	P	P19	18 6 4 10 2	2 2 2 2 1	8 10 8 7 5	6,40 8,00 6,40 5,60 2,00	13,75	baixo
Pilar	P	P20	18 1 8 21	2 2 2 2	8 6 9 10	6,40 4,80 7,20 8,00	13,58	Baixo
Pilar	P	P21	21 18 6 10 1	1 2 2 2 1	10 8 10 7 6	4,00 6,40 8,00 5,60 2,40	13,58	Baixo
Pilar	P	PN4	12 8 6 10 18 2	3 2 2 2 2 2	5 9 10 7 8 5	20,00 7,20 8,00 5,60 6,40 4,00	32,19	Médio
Pilar	P	PN1	21 6 10 8 18 12 4	2 3 2 2 2 2 2	10 10 7 9 8 5 8	8,00 40,00 5,60 7,20 6,40 4,00 6,40	59,38	Alto
Pilar	P	PN2	12 18 21 6 4 10	3 2 2 2 3 2	5 8 10 10 8 7	20,00 6,40 8,00 8,00 32,00 5,60	51,20	Alto
Pilar	P	PN3	21 18 6 10 12 1	2 2 2 2 1 2	10 8 10 7 5 6	8,00 6,40 8,00 5,60 2,00 4,80	14,16	Baixo

Pilar	P	P22	9 10 20 1 18 6	2 2 2 2 2 1	6 7 10 6 8 10	4,80 5,60 8,00 4,80 6,40 4,00	14,10	Baixo
Pilar	P	P23	21 18 20	1 2 2	10 8 10	4,00 6,40 8,00	12,52	Baixo
Pilar	P	P24	6 18 1 8	1 2 2 2	10 8 6 9	4,00 6,40 4,80 7,20	12,09	Baixo
Pilar	P	P25	21 18 1	2 1 1	10 8 6	8,00 3,20 2,40	11,29	Baixo
Pilar	P	P26	18 10 6 9	2 2 2 2	8 7 10 6	6,40 5,60 8,00 4,80	13,42	Baixo
Pilar	P	P27	18 6 10 2	2 2 2 1	8 10 7 5	6,40 8,00 5,60 2,00	13,09	Baixo
Pilar	P	P28	8 18 6 10 1 9 21	2 2 2 2 3 2 2	9 8 10 7 6 6 10	7,20 6,40 8,00 5,60 24,00 4,80 8,00	39,00	médio
Pilar	P	P29	12 18 4 21 6 10	2 2 2 2 3 2	5 8 8 10 10 7	4,00 6,40 6,40 8,00 40,00 5,60	57,27	Alto
Pilar	P	P30	12 21 18 6	3 2 3 1	5 10 8 10	20,00 8,00 32,00 4,00	48,00	Médio
Pilar	P	P31	12 21 4 9 10 18 6	3 2 2 2 2 2 2	5 10 8 6 7 8 10	20,00 8,00 6,40 4,80 5,60 6,40 8,00	33,24	Médio
Pilar	P	P32	12 20 21 6 10 8 18 9	3 2 3 2 2 2 2 2	5 10 10 10 7 9 8 6	20,00 8,00 40,00 8,00 5,60 7,20 6,40 4,80	64,00	Alto
Pilar	P	P33	12 21 18 8 6 10 20	3 2 2 2 2 2 2	5 10 8 9 10 7 10	20,00 8,00 6,40 7,20 8,00 5,60 8,00	33,67	Médio
Pilar	P	P34	1 18 6 10 12 8 9 5	2 2 3 2 3 2 1 2	6 8 10 7 5 9 6 7	4,80 6,40 40,00 5,60 20,00 7,20 2,40 5,60	62,61	Alto

Pilar	P	P35	12 6 10 21 8 18 9 5	3 3 2 1 2 2 1 2	5 10 7 10 9 8 6 7	20,00 40,00 5,60 4,00 7,20 6,40 2,40 5,60	62,46	Alto
Pilar	P	P36	12 18 6 1 4	3 2 1 1 2	5 8 10 6 8	20,00 6,40 4,00 2,40 6,40	29,80	Médio
Pilar	P	PT1	6 10 18	2 2 2	10 7 8	8,00 5,60 6,40	12,80	Baixo
Pilar	P	PT2	6 10 18	3 2 2	10 7 8	40,00 5,60 6,40	49,23	Médio
Pilar	P	PT3	9 6 18 10	3 3 2 3	6 10 8 7	24,00 40,00 6,40 28,00	63,74	Alto
Pilar	P	PT4	20 18	1 2	10 8	4,00 6,40	8,86	Baixo
Pilar	P	PT5	18 21 6	2 2 1	8 10 10	6,40 4,00 8,00	12,52	Baixo
Pilar	P	PT6	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Pilar	P	PT7	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Pilar	P	PT8	8 18 6	2 2 1	9 8 10	7,20 6,40 4,00	11,45	Baixo
Pilar	P	PT9	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Pilar	P	PT10	21 1 6	2 2 1	10 6 10	8,00 4,80 4,00	12,19	Baixo
Pilar	P	PT12	1 21 8 18	2 1 2 1	6 10 9 8	4,80 4,00 7,20 3,20	11,70	Baixo
Pilar	P	PT13	18 1 6	1 2 2	8 6 10	3,20 4,80 8,00	12,00	Baixo
Pilar	P	PT14	6 21 4 1	1 2 2 2	10 10 8 6	4,00 8,00 6,40 4,80	13,24	Baixo
Pilar	P	PT15	6 1	1 2	10 6	4,00 4,80	6,98	Baixo
Pilar	P	PT16	18 1 6	2 2 1	8 6 10	6,40 4,80 4,00	10,11	Baixo
Pilar	P	PT17	1 18 6	2 1 1	6 8 10	4,80 3,20 4,00	7,68	Baixo
Pilar	P	PT18	1 18 6	1 2 1	6 8 10	2,40 6,40 4,00	9,60	Baixo
Pilar	P	PT19	6 1	1 2	10 6	4,00 4,80	6,98	Baixo
Pilar	P	PT21	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Pilar	P	PT22	18 9 10	1 2 2	8 6 7	3,20 4,80 5,60	8,89	Baixo
Pilar	P	PT23	18	3	8	32,00	32,00	Médio
Pilar	P	PT24	18 21 1	2 1 1	8 10 6	6,40 4,00 2,40	9,60	Baixo

Pilar	P	PT25	18 21 6 1	2 1 1 1	8 10 10 6	6,40 4,00 4,00 2,40	10,36	Baixo
Pilar	P	PT26	8 18	2 1	9 8	7,20 3,20	9,42	Baixo
Pilar	P	PT27	4 9 10 6 18 1	2 2 2 2 1 1	8 6 7 10 8 6	6,40 4,80 5,60 8,00 3,20 2,40	13,89	Baixo
Pilar	P	P4'	18 20	2 2	8 10	6,40 8,00	11,56	Baixo
Pilar	P	P5'	18 21 20	2 2 2	8 10 10	6,40 8,00 8,00	13,14	Baixo
Pilar	P	PE1	21 18 6 8 1	2 2 2 2 2	10 8 10 9 6	8,00 6,40 8,00 7,20 4,80	14,14	Baixo
Pilar	P	PE2	12 6 10 18	2 3 2 2	5 10 7 8	4,00 40,00 5,60 6,40	51,43	Alto
Viga	P	VB1	9 18	2 2	6 8	4,80 6,40	9,14	Baixo
Viga	P	VB5	21 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	VB23	6 1 12	1 1 2	10 4 5	4,00 1,60 4,00	6,33	Baixo
Viga	P	VB34	9 10 4 18 1	2 2 2 1 2	6 7 8 8 4	4,80 5,60 6,40 3,20 3,20	11,03	Baixo
Viga	P	VP1	6 18 12 9 10 2 16	1 2 2 2 2 1 2	10 8 5 6 7 5 6	4,00 6,40 4,00 4,80 5,60 2,00 4,80	11,50	Baixo
Viga	P	VP2	6 18 12 9 10	2 2 2 2 2	10 8 5 6 7	8,00 6,40 4,00 4,80 5,60	13,78	Baixo
Viga	P	VP3	9 6 10 12 18 4	2 2 2 2 2 2	6 10 7 5 8 8	4,80 8,00 5,60 4,00 6,40 6,40	14,18	Baixo
Viga	P	VM1	18 1 6 9 12 2 5 10	2 2 2 1 3 1 2 2	8 4 10 6 5 5 7 7	6,40 3,20 8,00 2,40 20,00 2,00 5,60 5,60	32,48	Médio
Viga	P	VM3	18 6 1 2	2 2 1 2	8 10 4 5	6,40 8,00 1,60 4,00	12,80	Baixo
Viga	P	VM4	18 6 9 10 1	2 2 2 2 2	8 10 6 7 4	6,40 8,00 4,80 5,60 3,20	13,71	Baixo
Viga	P	VM5	6 18	2 1	10 8	8,00 3,20	10,29	Baixo

Viga	P	VM7	6 12 18 1 9 10 8 2 5	2 3 2 2 1 2 1 1 2	10 5 8 4 6 7 7 5 7	8,00 20,00 6,40 3,20 2,40 5,60 2,80 2,00 5,60	32,86	Médio
Viga	P	VM8	6 18	2 1	10 8	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	VM9	18 6 1	1 2 1	8 10 4	3,20 8,00 1,60	11,00	Baixo
Viga	P	VM10	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	VM11	6 1 18	1 2 2	10 4 8	4,00 3,20 6,40	9,79	baixo
Viga	P	VM12	18 6 1	1 1 1	8 10 4	3,20 4,00 1,60	6,18	Baixo
Viga	P	VM13	6 21 1 18	2 1 1 1	10 8 4 8	8,00 3,20 1,60 3,20	12,00	Baixo
Viga	P	VM14	12 6 18	2 1 2	5 10 8	4,00 4,00 6,40	9,96	Baixo
Viga	P	VM15	18 6	1 1	8 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Viga	P	VM16	18 1 6	1 1 2	8 4 10	3,20 1,60 8,00	11,00	Baixo
Viga	P	VM17	9 6 1	2 2 2	6 10 4	4,80 8,00 3,20	12,00	Baixo
Viga	P	VF1	6 8	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Viga	P	VF2	18 6 1	2 2 1	8 10 4	6,40 8,00 1,60	12,00	Baixo
Viga	P	VF3	18 1 6 21 4	2 2 2 1 2	8 4 10 8 8	6,40 3,20 8,00 3,20 6,40	13,65	Baixo
Viga	P	VF4	6 18 21	2 2 1	10 8 8	8,00 6,40 3,20	12,36	Baixo
Viga	P	VF5	6 18 21 9 4	2 2 1 2 2	10 8 8 6 8	8,00 6,40 3,20 4,80 6,40	13,78	Baixo
Viga	P	VF6	18 1 6	2 1 1	8 4 10	6,40 1,60 4,00	9,39	Baixo
Viga	P	VF7	2 18 6	2 2 1	5 8 10	4,00 6,40 4,00	9,96	Baixo
Viga	P	VF8	18 6 1 8	2 1 1 1	8 10 4 7	6,40 4,00 1,60 2,80	10,03	Baixo
Viga	P	VF9	6 18 4 1	2 2 2 1	10 8 8 4	8,00 6,40 6,40 1,60	13,14	Baixo
Viga	P	VP1	18 6 2 9 10	2 2 1 2 2	8 10 5 6 7	6,40 8,00 2,00 4,80 5,60	13,61	Baixo

Viga	P	VP2	12 18 10 9 6	2 2 2 2 2	5 8 7 6 10	4,00 6,40 5,60 4,80 8,00	13,78	Baixo
Viga	P	VP3	12 18 6 8 9 10 1 4	2 3 2 2 2 2 3 2	5 8 10 7 6 7 4 8	4,00 32,00 8,00 5,60 4,80 5,60 16,00 6,40	51,57	Alto
Viga	P	VP1'	18 9 10 12 6 2 1	2 2 2 2 2 2 2	8 6 7 5 10 5 4	6,40 4,80 5,60 4,00 8,00 4,00 3,20	14,22	Baixo
Viga	P	VP2'	6 18 9 10 1	2 2 2 2 2	10 8 6 7 4	8,00 6,40 4,80 5,60 3,20	13,71	Baixo
Viga	P	VP3'	12 6 18 10 4 16 2 9 1	3 2 3 2 2 2 2 2 2	5 10 8 7 8 6 5 6 4	20,00 8,00 32,00 5,60 6,40 4,80 4,00 4,80 3,20	52,47	Alto
Viga	P	V1	12 6 1 18 4 2	3 2 2 2 2 1	5 10 4 8 8 5	20,00 8,00 3,20 6,40 6,40 2,00	31,30	Médio
Viga	P	V2	18 6 12 1 4 9 10	2 3 2 2 2 2 2	8 10 5 4 8 6 7	6,40 40,00 4,00 3,20 6,40 4,80 5,60	57,27	alto
Viga	P	V6	18 6 1 2	2 2 2 1	8 10 4 5	6,40 8,00 3,20 2,00	12,73	Baixo
Viga	P	V7	6 8 4 1 18	2 2 2 2 1	10 7 8 4 8	8,00 5,60 6,40 3,20 3,20	13,58	Baixo
Viga	P	V8	6 1 9 10	2 2 2 2	10 4 6 7	8,00 3,20 4,80 5,60	13,04	Baixo
Viga	P	V9	18 6 8 1	2 2 2 2	8 10 7 4	6,40 8,00 5,60 3,20	13,24	Baixo
Viga	P	V10	1 6 18 21	3 2 2 2	4 10 8 8	16,00 8,00 6,40 6,40	25,04	Médio
Viga	P	V 13	12 18 21 9 10 2 6	3 2 2 2 2 2 2	5 8 8 6 7 5 10	20,00 6,40 6,40 4,80 5,60 4,00 8,00	32,75	Médio

Viga	P	V14	12 18 21 2 6 1	3 2 2 2 2 2	5 8 8 5 10 4	20,00 6,40 6,40 4,00 8,00 3,20	31,67	Médio
Viga	P	V15	6 1 18	2 1 1	10 4 8	8,00 1,60 3,20	11,00	Baixo
Viga	P	V16	8 18 6 1	2 1 1 1	7 8 10 4	5,60 3,20 4,00 1,60	9,02	Baixo
Viga	P	V17	18 6 1	2 2 1	8 10 4	6,40 8,00 1,60	12,00	Baixo
Viga	P	V18	6 18	1 2	10 8	4,00 6,40	8,86	Baixo
Viga	P	V19	6 1	2 1	10 4	8,00 1,60	9,33	Baixo
Viga	P	V20	6 18	2 1	10 8	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	V21	6 1	2 1	10 4	8,00 1,60	9,33	Baixo
Viga	P	V22	6 1	1 1	10 4	4,00 1,60	5,14	Baixo
Viga	P	V23	1 6 18	2 1 1	4 10 8	3,20 4,00 3,20	6,46	Baixo
Viga	P	V25	1 18 6	1 1 2	4 8 10	1,60 3,20 8,00	11,00	Baixo
Viga	P	V26	18 6 1	1 1 2	8 10 4	3,20 4,00 3,20	6,46	Baixo
Viga	P	V27	1 18	2 1	4 8	3,20 3,20	4,80	Baixo
Viga	P	V28	6 1	1 1	10 4	4,00 1,60	5,14	Baixo
Viga	P	V29	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Viga	P	V30	6 18	2 1	10 8	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	V31	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V32	6 18	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Viga	P	V33	6 18 21	1 1 1	10 8 8	4,00 3,20 3,20	6,46	Baixo
Viga	P	V34	6 18 1	2 1 2	10 8 4	8,00 3,20 3,20	11,56	Baixo
Viga	P	V35	6 18 7	1 1 2	10 8 10	4,00 3,20 8,00	11,79	Baixo
Viga	P	V36	1 18	2 1	4 8	3,20 3,20	4,80	Baixo
Viga	P	V37	18 6 1 8	2 2 2 1	8 10 4 7	6,40 8,00 3,20 2,80	12,86	Baixo
Viga	P	VP1	12 6 18	3 1 3	5 10 8	20,00 4,00 32,00	45,71	Médio
Viga	P	VP2	12 18 6	2 2 2	5 8 10	4,00 6,40 8,00	12,52	baixo
Viga	P	VP3	12 9 10 18	3 2 2 2	5 6 7 8	20,00 4,80 5,60 6,40	29,13	Médio

Viga	P	VP6	12 6 18 1 4 2 16	3 2 2 2 1 1	5 10 8 4 8 5 6	20,00 8,00 6,40 3,20 6,40 2,00 2,40	31,74	Médio
Viga	P	VP7	12 2 1 18 6 16	3 2 2 2 2 2	5 5 4 8 10 6	20,00 4,00 3,20 6,40 8,00 4,80	31,38	Médio
Viga	P	VP8	12 18 2 4	3 2 2 2	5 8 5 8	20,00 6,40 4,00 6,40	29,13	Médio
Viga	P	VP9	12 2 18 16 1	3 2 2 1 2	5 5 8 6 4	20,00 4,00 6,40 2,40 3,20	28,89	Médio
Viga	P	VP1'	12 18	2 2	5 8	4,00 6,40	8,86	Baixo
Viga	P	VP2'	12 6 9 10 18	3 2 2 2 2	5 10 6 7 8	20,00 8,00 4,80 5,60 6,40	31,07	Médio
Viga	P	VP3'	12 6 18 1	3 1 2 2	5 10 8 4	20,00 4,00 6,40 3,20	28,10	Médio
Viga	P	VF1	6 18 21	2 2 2	10 8 8	8,00 6,40 6,40	12,92	Baixo
Viga	P	VF6	18 6 1	2 2 2	8 10 4	6,40 8,00 3,20	12,36	Baixo
Viga	P	VF7	18 6 1	2 2 2	8 10 4	6,40 8,00 3,20	12,36	Baixo
Viga	P	VF8	18 1 12 8 6	2 2 2 2 1	8 4 5 7 10	6,40 3,20 4,00 5,60 4,00	11,03	Baixo
Viga	P	VF9	1 6 18 21	2 1 2 1	4 10 8 8	3,20 4,00 6,40 3,20	10,36	Baixo
Viga	P	VF14	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	VF15	2 6 18	1 2 2	5 10 8	2,00 8,00 6,40	12,10	Baixo
Viga	P	VF16	8 18 1 6	2 1 1 2	7 8 4 10	5,60 3,20 1,60 8,00	12,52	Baixo
Viga	P	VF17	18 1 6	2 1 1	8 4 10	6,40 1,60 4,00	9,39	Baixo
Viga	P	VF19	18 6 1 21	3 2 2 1	8 10 4 8	32,00 8,00 3,20 3,20	41,93	Médio
Viga	P	V F20	6 18	2 1	10 8	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	VF21	18 1	2 1	8 4	6,40 1,60	7,68	Baixo
Viga	P	VF22	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo

Viga	P	VF23	1 18 12	1 1 3	4 8 5	1,60 3,20 20,00	23,87	Médio
Viga	P	VF26	18 2	2 2	8 5	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	VF27	18 1	1 1	8 4	3,20 1,60	4,27	Baixo
Viga	P	VF28	6 18 1	2 1 1	10 8 4	8,00 3,20 1,60	11,00	Baixo
Viga	P	VF29	8 6 18	2 2 1	7 10 8	5,60 8,00 3,20	12,19	Baixo
Viga	P	VF30	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	VF31	18 6	2 1	8 10	6,40 4,00	8,86	Baixo
Viga	P	V F32	18 8 1 6	1 2 2 2	8 7 4 10	3,20 5,60 3,20 8,00	12,80	Baixo
Viga	P	VF33	6 18	1 1	10 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
Viga	P	VF34	1 18 6	1 1 1	4 8 10	1,60 3,20 4,00	6,18	Baixo
Viga	P	VF35	2 1	1 2	5 4	2,00 3,20	4,43	Baixo
Viga	P	VF36	18 8 1 6 21	2 2 1 2 1	8 7 4 10 8	6,40 5,60 1,60 8,00 3,20	13,42	Baixo
Viga	P	VF37	6 18 8	3 2 2	10 8 7	40,00 6,40 5,60	49,23	Médio
Viga	P	VF38	1 6 18 9	3 1 1 2	4 10 8 6	16,00 4,00 3,20 4,80	22,86	Médio
Laje	P	L1	6 18 2 16 9 10	2 1 1 2 2 2	10 7 3 6 6 7	8,00 2,80 1,20 4,80 4,80 5,60	13,65	Baixo
Laje	P	L4	6 18 2	3 1 1	10 7 3	40,00 2,80 1,20	43,64	Médio
Laje	P	L5	6 1 18	3 1 1	10 5 7	40,00 2,00 2,80	44,29	Médio
Laje	P	L7	6 2	2 1	10 3	8,00 1,20	9,04	Baixo
Laje	P	L 8	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	baixo
Laje	P	L9	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L10	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L11	6 18 2	3 2 2	10 7 3	40,00 5,60 2,40	46,67	Médio
Laje	P	L12	6 18 2	3 1 2	10 7 3	40,00 2,80 2,40	44,60	Médio
Laje	P	L13	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L14	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L15	6 18 9 10	1 1 2 2	10 7 6 7	4,00 2,80 4,80 5,60	9,38	Baixo
Laje	P	L18	6	3	10	40,00	40,00	Alto

Laje	P	L18-A	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L19	6 1	3 1	10 5	40,00 2,00	41,90	Médio
Laje	P	L19-A	6 18	2 2	10 7	8,00 5,60	11,29	Baixo
Laje	P	L20	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L21	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L22	6 18 4 10	2 1 2 2	10 7 8 7	8,00 2,80 6,40 5,60	13,19	baixo
Laje	P	L 23	6 18 4 9	2 1 2 2	10 7 8 6	8,00 2,80 6,40 4,80	13,09	Baixo
Laje	P	L24	1 2 6 18	2 2 2 1	5 3 10 7	4,00 2,40 8,00 2,80	12,28	Baixo
Laje	P	L25	6 18 2 1	2 1 1 2	10 7 3 5	8,00 2,80 1,20 4,00	12,00	Baixo
Laje	P	L26	2 6 10 12	2 2 2 2	3 10 7 5	2,40 8,00 5,60 4,00	12,80	Baixo
Laje	P	L27	18 6	2 2	7 10	5,60 8,00	11,29	Baixo
Laje	P	L29	6 18 2	1 1 1	10 7 3	4,00 2,80 1,20	6,00	Baixo
Laje	P	L30	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L31	2 6 10 18	2 2 2 1	3 10 7 7	2,40 8,00 5,60 2,80	12,60	Baixo
Laje	P	L32	10 2 6 18	2 2 2 1	7 3 10 7	5,60 2,40 8,00 2,80	12,60	Baixo
Laje	P	L1	2 6 1 18	1 2 1 1	3 10 5 7	1,20 8,00 2,00 2,80	11,43	Baixo
Laje	P	L 3	6 18	3 1	10 7	40,00 2,80	42,62	Médio
Laje	P	L4	6 4	2 2	10 8	8,00 6,40	11,56	Baixo
Laje	P	L5	6 10 2 18	2 2 1 1	10 7 3 7	8,00 5,60 1,20 2,80	12,36	Baixo
Laje	P	L6	6 2 1	3 2 2	10 3 5	40,00 2,40 4,00	45,52	Médio
Laje	P	L8	1 9 6 2	2 2 2 2	5 6 10 3	4,00 4,80 8,00 2,40	12,67	Baixo
Laje	P	L 10	18 4 6	1 2 2	7 8 10	2,80 6,40 8,00	12,28	Baixo
Laje	P	L11	2 12 18 6 1	2 2 1 2 2	3 5 7 10 5	2,40 4,00 2,80 8,00 4,00	12,98	Baixo

Laje	P	L12	2 6 18	1 1 1	3 10 7	1,20 4,00 2,80	6,00	Baixo
Laje	P	L13	2 6	2 2	3 10	2,40 8,00	9,85	Baixo
Laje	P	L14	18 2 6 8	1 2 2 2	7 3 10 7	2,80 2,40 8,00 5,60	12,60	baixo
Laje	P	L 15	6 9 1 2	2 2 3 1	10 6 5 3	8,00 4,80 20,00 1,20	28,24	Médio
Laje	P	L16	12 2 6 18	2 2 2 2	5 3 10 7	4,00 2,40 8,00 5,60	12,80	Baixo
Laje	P	L18	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L19	6 18 2 1	2 1 2 2	10 7 3 5	8,00 2,80 2,40 4,00	12,28	Baixo
Laje	P	L22	1 18 6 2 10	2 2 2 2 2	5 7 10 3 7	4,00 5,60 8,00 2,40 5,60	13,50	Baixo
Laje	P	L 23	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L25	6 1	2 1	10 5	8,00 2,00	9,60	Baixo
Laje	P	L32-A	18 2 1 6	1 2 2 2	7 3 5 10	2,80 2,40 4,00 8,00	12,28	Baixo
Laje	P	L26	6 2 18	2 2 1	10 3 7	8,00 2,40 2,80	11,15	Baixo
Laje	P	L27	2 6	1 1	3 10	1,20 4,00	4,92	Baixo
Laje	P	L 29	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L30	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L31	6 2 18	2 2 2	10 3 7	8,00 2,40 5,60	12,00	Baixo
Laje	P	L32	18 1 6 2 4	1 1 2 2 2	7 5 10 3 8	2,80 2,00 8,00 2,40 6,40	13,04	Baixo
Laje	P	L33	6 1 4	3 1 2	10 5 8	40,00 2,00 6,40	46,94	Médio
Laje	P	L 34	6 1 2	2 1 1	10 5 3	8,00 2,00 1,20	10,29	Baixo
Laje	P	L35	6 2 18	2 2 1	10 3 7	8,00 2,40 2,80	11,15	Baixo
Laje	P	L36	6 2 18	2 1 1	10 3 7	8,00 1,20 2,80	10,67	Baixo
Laje	P	L37	6 10 4 1	2 2 2 1	10 7 8 5	8,00 5,60 6,40 2,00	13,09	Baixo
Laje	P	L38	1 6	2 2	5 10	4,00 8,00	10,67	Baixo

Laje	P	L 39	6 12 2 18	2 2 1 1	10 5 3 7	8,00 4,00 1,20 2,80	12,00	baixo
Laje	P	L1	6 18	1 1	10 7	4,00 2,80	5,65	Baixo
Laje	P	L3	6 1 2	2 1 1	10 5 3	8,00 2,00 1,20	10,29	Baixo
Laje	P	L4	18 2 6 1	2 2 1 1	7 3 10 5	5,60 2,40 4,00 2,00	8,96	Baixo
Laje	P	L5	6 1 18	3 2 1	10 5 7	40,00 4,00 2,80	45,81	Médio
Laje	P	L 5-A	6 1 18	2 2 1	10 5 7	8,00 4,00 2,80	11,68	Baixo
Laje	P	L8	2 16 6 18	2 2 2 1	3 6 10 7	2,40 4,80 8,00 2,80	12,44	Baixo
Laje	P	L9	9 6 2 18 16 10	2 2 2 1 2 2	6 10 3 7 6 7	4,80 8,00 2,40 2,80 4,80 5,60	13,75	Baixo
Laje	P	L10	2 6 18 10	2 2 1 2	3 10 7 7	2,40 8,00 2,80 5,60	12,60	Baixo
Laje	P	L11	6 2 18 10	3 1 1 2	10 3 7 7	40,00 1,20 2,80 5,60	47,74	Médio
Laje	P	L 12	6 18 2	2 1 1	10 7 3	8,00 2,80 1,20	10,67	Baixo
Laje	P	L13	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L14	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L16	1 6 18	1 2 1	5 10 7	2,00 8,00 2,80	11,00	Baixo
Laje	P	L17	8 1 6	2 2 2	7 5 10	5,60 4,00 8,00	12,36	Baixo
Laje	P	L 18	6 1 2	2 2 1	10 5 3	8,00 4,00 1,20	11,15	Baixo
Laje	P	L19	6 18	1 1	10 7	4,00 2,80	5,65	Baixo
Laje	P	L20	6 1	1 1	10 5	4,00 2,00	5,33	Baixo
Laje	P	L22	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L23	6 2 18 16	2 2 1 2	10 3 7 6	8,00 2,40 2,80 4,80	12,44	Baixo
Laje	P	L 24	2 6 16 18	2 1 1 1	3 10 6 7	2,40 4,00 2,40 2,80	6,62	Baixo
Laje	P	L25	6 2 18 1	2 2 1 1	10 3 7 5	8,00 2,40 2,80 2,00	11,79	Baixo
Laje	P	L26	1 18 6	2 1 2	5 7 10	4,00 2,80 8,00	11,68	Baixo

Laje	P	L27	1 6 9 2 16	2 2 2 1	5 10 6 3 6	4,00 8,00 4,80 2,40 2,40	13,04	Baixo
Laje	P	L29	6 2 18	1 1 1	10 3 7	4,00 1,20 2,80	6,00	Baixo
Laje	P	L 30	6 2 16 18	2 3 2 2	10 3 6 7	8,00 12,00 4,80 5,60	19,26	Baixo
Laje	P	L31	6 1 18 2 16	2 1 1 2 1	10 5 7 3 6	8,00 2,00 2,80 2,40 2,40	12,36	Baixo
Laje	P	L32	6 2 16 1 18	2 2 1 2 1	10 3 6 5 7	8,00 2,40 2,40 4,00 2,80	12,73	Baixo
Laje	P	L33	16 2 6 1 18	3 3 2 2 1	6 3 10 5 7	24,00 12,00 8,00 4,00 2,80	36,66	Médio
Laje	P	L34	2 16 18 1	2 2 1 1	3 6 7 5	2,40 4,80 2,80 2,00	7,68	Baixo
Laje	P	L35	6 2 16	2 2 1	10 3 6	8,00 2,40 2,40	11,00	Baixo
Escada	P	LE1	1 18	2 1	4 7	3,20 2,80	4,69	Baixo
Escada	P	LE2	18 1	1 1	7 4	2,80 1,60	3,82	Baixo
Escada	P	LE3	18 1	2 1	7 4	5,60 1,60	6,84	Baixo
Escada	P	VE1	1 6	2 1	4 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Escada	P	VE2	6 18 1	1 1 2	10 7 4	4,00 2,80 3,20	6,40	Baixo
Escada	P	VE3	1 18	2 1	4 7	3,20 2,80	4,69	Baixo
Escada	P	PE1	6	2	10	8,00	8,00	Baixo
Escada	P	PE2	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Escada	P	LE4	18 1	1 1	7 4	2,80 1,60	3,82	Baixo
Escada	P	VE4	1 8 18	2 2 1	4 7 7	3,20 5,60 2,80	8,50	Baixo
Escada	P	LE1	18 1	2 2	7 4	5,60 3,20	7,64	Baixo
Escada	P	LE2	18 1	2 2	7 4	5,60 3,20	7,64	Baixo
Escada	P	VE2	6 1	1 2	10 4	4,00 3,20	5,78	Baixo
Escada	P	VE3	6 1	1 2	10 4	4,00 3,20	5,78	Baixo
Escada	P	VE4	6 1 18	2 2 1	10 4 7	8,00 3,20 2,80	11,43	Baixo
Escada	P	VE5	6 18 1	1 2	10 7 4	4,00 2,80 3,20	6,40	Baixo

PLANILHA SINOPSE DOS DANOS

Edifício: Bloco G34 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 01 a 03/04/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Dano	Danos à estrutura	Pilar		Viga		Laje		Escada/ rampa		Cortina		Reservatórios		Bloco		Elemento arquitetônico		Geral	
		%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau
1	Segregação	9,33	127,20	16,84	200,00	11,58	118,00	41,18	40,00									13,91	485,20
2	Lixiviação/eflorescência	1,33	12,00	5,00	58,00	18,95	126,00											7,71	196,00
3	Desagregação																		
4	Esfoliação	4,00	102,40	3,16	76,80	2,46	44,80											3,10	224,00
5	Carbonatação ¹	1,33	22,40	0,53	11,20													0,60	33,60
6	Fissuração inaceitável	17,67	700,00	23,68	664,00	30,88	1.008,00	20,59	36,00									23,82	2.408,00
7	Flecha / flambagem			0,26	8,00													0,10	8,00
8	Desvio de geometria	6,00	129,60	3,68	70,00	0,70	11,20	2,94	5,60									3,50	216,40
9	Cobrimento insuficiente	5,00	84,00	5,79	100,80	2,45	33,60											4,41	218,40
10	Corrosão	11,33	212,80	4,74	100,80	4,21	67,20											6,41	380,80
11	Cloreto (presença)																		
12	Mancha	7,00	242,00	7,11	348,00	1,40	16,00											5,21	606,00
13	Deformação lenta																		
14	Carga acidental																		
15	Agressão ambiental																		
16	Infiltração / vazamento			1,32	19,20	4,21	64,80											1,70	84,00
17	Recalque / deslocamento																		
18	Nicho de concretagem	21,34	582,40	24,47	595,20	23,16	210,00	35,29	42,00									23,52	1.429,60
19	Esmagamento																		
20	Junta danificada	3,67	84,00															1,10	84,00
21	Junção de elementos	12,00	272,00	3,42	57,60													4,91	329,60
Nº. Elementos / grau de dano total		69	2.570,80	105	2.309,60	90	1.699,60	16	123,60									280	6.703,60
Mínimo/máximo grau de deterioração		4,00	66,21	160	57,27	2,80	47,74	2,80	11,43									1,60	66,21
Desvio padrão / média		19,98	24,80	11,36	15,14	11,74	15,29	2,14	6,25									14,61	17,06
Fr. - principal / Gdf		5,00	50,19	5,00	35,26	4,00	42,66											Gde> 20 =58	
Fr. - secundária / Gdf																		Gd = 42,71(Alto)	

(1) considerados somente os elementos ensaiados

ANEXO E 3

QUINTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco G34
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR
Documentos Fotográficos



BLOCO G34 - VISTA SUL



**BLOCO G34 - DETALHE DO ENSAIO DE
CARBONATAÇÃO - PILAR P3**



BLOCO G34 - DETALHE DO ENSAIO DE POTENCIAL DE CORROSÃO - PILAR P3



BLOCO G34 - DETALHE DA MEDIDA DA ESPESSURA DO COBRIMENTO DE CONCRETO - PILAR P6



BLOCO G34 - DETALHE DA COLETA DE MATERIAL
PARA ENSAIO DE TEOR DE CLORETOS - PILAR P34

ANEXO F

SEXTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco G56
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

ANEXO F 1

SEXTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco G56
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Relatório Técnico de Vistoria e Relatório Técnico de Inspeção

RELATÓRIO TÉCNICO DE VISTORIA

Edifício: Bloco G56 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá – PR

Data da Vistoria: 04 a 09/04/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Identificação	(Fr)	Dano estrutural	(Fi)	Observação
Pilar	PA	P	1	2	mezanino
Pilar	PB	P	1	2	mezanino
Pilar	PC	P	1-20	2-2	mezanino
Pilar	PD	P	1-20	2-2	mezanino
Pilar	PE	P	1	1	mezanino
Pilar	PF	P	1-18	2-2	mezanino
Pilar	PG	P	1	1	mezanino
Pilar	PH	P	1-18	1-1	mezanino
Pilar	PI	P	1	1	mezanino
Pilar	PJ	P	18-1	1-1	mezanino
Pilar	PL	P	1-18	2-2	mezanino
Pilar	P45	P	1-21	2-2	
Pilar	P46	P	8-1	2-2	
Pilar	P47	P	8-1	2-1	
Pilar	P48	P	1	2	
Pilar	P49	P	1-18-8	2-1-2	
Pilar	P50	P	8-1	2-1	
Pilar	PM	P	1	2	mezanino
Pilar	PN	P	1-20	2-2	mezanino
Pilar	PO	P	18-1-20	1-2-2	mezanino
Pilar	PP	P	1	1	mezanino
Pilar	PQ	P	18-1	1-2	mezanino
Pilar	P1	P	6-1-10-9-5	2-2-2-1-2	
Pilar	P2	P	1-6-8	2-2-2	
Pilar	P3	P	4-6-18	3-2-2	
Pilar	P4-A	P	20-1-18	2-3-2	
Pilar	P5	P	1-8-9-5-10	3-2-1-2-2	
Pilar	P6	P	1-6	2-1	
Pilar	P7	P	1-6-18-10-9	2-2-2-2-2	
Pilar	P8	P	1-6-9-10	2-2-2-2	
Pilar	P9	P	1-18-9-10-6	2-2-2-2-1	
Pilar	P10	P	6-1-10-4	2-2-2-2	
Pilar	P11	P	1-10-9-4-18	2-3-2-3-1	
Pilar	P12	P	4-9-10-1	3-2-2-1	
Pilar	P51	P	21-1-6	1-2-2	
Pilar	P52	P	1-6	1-1	
Pilar	P53	P	4-1-6	2-2-1	
Pilar	P54	P	1-6	2-1	
Pilar	P55	P	6-1	1-2	
Pilar	P56	P	1	1	
Pilar	P13	P	18-1-9	2-2-2	
Pilar	P14	P	4-1	2-2	
Pilar	P15	P	4-18-1-21	2-2-2-1	
Pilar	P16-A	P	1-20-18-21-8-2	1-2-2-2-3-2	
Pilar	P17	P	18-4-1-21	2-2-1-3	
Pilar	P18	P	4-18-1-21	2-1-1-3	
Pilar	P19	P	18-1-4-21	1-2-2-3	
Pilar	P20	P	4-1-18-21	2-2-1-3	
Pilar	P21	P	1	2	
Pilar	P22	P	6-1-4	1-2-2	
Pilar	P23	P	1-6-18-4	2-2-1-2	
Pilar	P24	P	1-18-4	2-2-2	
Pilar	P25	P	1-4-10-9-6	2-3-3-2-1	
Pilar	P26	P	1-18-4-6	2-3-2-2	
Pilar	P27	P	1-4-18-8	2-2-2-2	
Pilar	P28	P	4-18-1-2	2-1-2-2	
Pilar	P29-A	P	1-20-4-21-18	2-2-2-2-2	
Pilar	P30	P	18-4-1-21-8	2-2-2-2-2	
Pilar	P31	P	1-4-18-8-21	2-2-1-2-2	
Pilar	P32	P	4-1-21-8	2-2-2-2	
Pilar	P33	P	18-8-1	2-2-2	
Pilar	P34	P	2-18	2-1	
Pilar	P35	P	4-6-1-18	2-2-2-1	
Pilar	P36	P	1-6-9-10	2-2-2-2	

Pilar	P37	P	4-6-18-1	2-2-2-2	
Pilar	P38	P	1-6-10	3-2-2	
Pilar	P39	P	18-1-6-9-10-5	1-2-2-2-2-2	
Pilar	P40	P	18-1-6-10	1-2-2-2	
Pilar	P41-A	P	1-20-8-6	1-2-2-1	
Pilar	P42	P	1-2-9-5	2-2-1-2	
Pilar	P43	P	4-1-18-6	2-2-2-2	
Pilar	P44	P	6-1-18-10	2-2-2-2	
Pilar	P4-B	P	20-1-18	2-2-2	
Pilar	P16-B	P	4-18-1-20-21	2-1-2-2-2	
Pilar	P29-B	P	1-20-4-18	2-2-2-1	
Pilar	P41-B	P	20-8-1-6	2-2-1-1	
Pilar	PA'	P	1-8	2-2	mezanino
Pilar	PB'	P	9-10-6-1	2-2-2-2	mezanino
Pilar	PD'	P	18-1-8-21	1-1-2-1	mezanino
Pilar	PF'	P	18	1	mezanino
Pilar	PA''	P	6	2	mezanino
Pilar	PB''	P	1-6	1-2	mezanino
Pilar	PD''	P	1-4	1-2	mezanino
Pilar	PE''	P	18	1	mezanino
Pilar	PF''	P	4-18	2-1	mezanino
Viga	VV4A	P	4	2	piso 1º. pavimento
Viga	VV1	P	1-6	1-1	piso 1º. pavimento
Viga	VV3	P	1-6-18-16	2-2-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	VV4	P	1-18-6-4	2-1-1-2	piso 1º. pavimento
Viga	VV5	P	6-1	1-2	piso 1º. pavimento
Viga	VV6	P	1-6	2-1	piso 1º. pavimento
Viga	VV7	P	1-8-4-18	1-2-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	VV8	P	1	2	piso 1º. pavimento
Viga	VV9	P	1	2	piso 1º. pavimento
Viga	VV10	P	18-1	1-1	piso 1º. pavimento
Viga	VV11	P	1-6	2-1	piso 1º. pavimento
Viga	VF1	P	1-18-6	2-2-2	forro mezanino
Viga	VF2	P	6-1-18	2-2-3	forro mezanino
Viga	VF3	P	1-18	2-2	forro mezanino
Viga	VF4	P	1-18-4	2-2-3	forro mezanino
Viga	VF5	P	1-4-9-10	2-2-2-2	forro mezanino
Viga	VF6	P	6-1-18	1-2-2	forro mezanino
Viga	VF7	P	18-1	2-2	forro mezanino
Viga	VF8	P	1-18	2-2	forro mezanino
Viga	VF9	P	1	2	forro mezanino
Viga	VF10	P	1-6-9-5-10	2-1-1-2-2	forro mezanino
Viga	VF11	P	1-18-6-4	2-2-1-2	forro mezanino
Viga	VF12	P	1-8	2-2	forro mezanino
Viga	VF13	P	1-2	2-2	forro mezanino
Viga	VF14	P	4-1-18-9	2-4-2-2	forro mezanino
Viga	VF15	P	2-8	2-2	forro mezanino
Viga	VF16	P	1-9-18	2-2-2	forro mezanino
Viga	VF17	P	20-1-4-2	2-2-3-2	forro mezanino
Viga	VF18	P	18-20	2-2	forro mezanino
Viga	VF19	P	18	2	forro mezanino
Viga	VF20	P	18	2	forro mezanino
Viga	VF21	P	18-1	2-2	forro mezanino
Viga	VF23	P	18-1	2-1	forro mezanino
Viga	VF24	P	18-1-4-2	2-2-3-2	forro mezanino
Viga	VF25	P	18	2	forro mezanino
Viga	VF26	P	18	2	forro mezanino
Viga	VF27	P	1-18	2-1	forro mezanino
Viga	VF28	P	1-6	2-1	forro mezanino
Viga	VF29	P	18-4-1	2-2-2	forro mezanino
Viga	VF30	P	1	2	forro mezanino
Viga	VF31	P	1-6	2-1	forro mezanino
Viga	VF32	P	6-1-18	1-2-1	forro mezanino
Viga	VB	P	1	1	forro mezanino
Viga	VC	P	1-6	1-1	forro mezanino
Viga	VD	P	1	1	forro mezanino
Viga	VE	P	1	1	forro mezanino
Viga	VF	P	1	1	forro mezanino
Viga	VG	P	1	1	forro mezanino
Viga	VH	P	6-1	1-1	forro mezanino
Viga	VI	P	1	1	forro mezanino
Viga	VK	P	1-6	1-1	forro mezanino

Viga	VM	P	1	1	forro mezanino
Viga	VO	P	1	1	forro mezanino
Viga	VP	P	6-1	1-1	forro mezanino
Viga	V1	P	1-12-20-18-2-6	2-2-2-2-2-1	piso 1º. pavimento
Viga	V2-A	P	1-6-4-9-10-2-12	2-2-2-2-2-3-2	piso 1º. pavimento
Viga	V3	P	1	1	piso 1º. pavimento
Viga	V4	P	20-4-1-6-18-9	2-3-3-2-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	V5	P	4-18-20-1-6	3-2-2-3-2	piso 1º. pavimento
Viga	V6	P	18	1	piso 1º. pavimento
Viga	V8	P	1-18	2-2	piso 1º. pavimento
Viga	V9	P	6-18-21-4-1	1-1-2-1-1	piso 1º. pavimento
Viga	V10	P	21-18-1-6	1-1-2-1	piso 1º. pavimento
Viga	V11	P	6-1-4	1-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	V12	P	6-18-4-1	1-1-2-1	piso 1º. pavimento
Viga	V14	P	1-4-6-18	2-2-1-2	piso 1º. pavimento
Viga	V15-A	P	1-6-2-4-21-18-12-9-5	2-2-3-2-2-1-2-1-2	piso 1º. pavimento
Viga	V16	P	18	1	piso 1º. pavimento
Viga	V18	P	1	1	piso 1º. pavimento
Viga	V19	P	1-6	1-2	piso 1º. pavimento
Viga	V20	P	1	1	piso 1º. pavimento
Viga	V23	P	1-4	2-2	piso 1º. pavimento
Viga	V25	P	6-1-2-18-21	1-2-2-2-1	piso 1º. pavimento
Viga	V26	P	18-6	1-1	piso 1º. pavimento
Viga	V27	P	6-18-1	1-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	V28	P	1-20-6	1-2-1	piso 1º. pavimento
Viga	V29	P	6-1-20-18	1-1-2-1	piso 1º. pavimento
Viga	V30	P	6-1	1-1	piso 1º. pavimento
Viga	V31	P	1-6-18	1-1-2	piso 1º. pavimento
Viga	V32	P	6-1	1-1	piso 1º. pavimento
Viga	V33	P	1	1	piso 1º. pavimento
Viga	V34	P	18-1-6	1-1-1	piso 1º. pavimento
Viga	V35	P	6-21-1	1-1-1	piso 1º. pavimento
Viga	V37	P	1	1	piso 1º. pavimento
Viga	V38	P	6-2-1	1-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	V39	P	18-1	1-2	piso 1º. pavimento
Viga	V14-A	P	6-12-1-2-4	3-2-2-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	V1-A	P	4-12-6-1-18-2	2-2-3-2-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	V15	P	1-6	3-1	piso 1º. pavimento
Viga	V2	P	1-18-20-6-12-8-2	2-2-2-2-2-2-2	piso 1º. pavimento
Viga	V40	P	2-20-12-18-1-6	2-2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V41-A	P	6-1-21-10-9-8-2-4-12	3-3-2-3-2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V42	P	1	2	piso 2º. pavimento
Viga	V43	P	1-6-8	3-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V44	P	1-6-8	2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V45	P	1	1	piso 2º. pavimento
Viga	V47	P	1	1	piso 2º. pavimento
Viga	V48	P	1-6-4-20	2-1-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V49	P	1-6-20	2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V53-A	P	6-12-1-16-2-4-18	2-2-2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V43-A	P	16-6-12-1-2-4-18	2-2-2-2-2-2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V50	P	1-6-2-20	2-1-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V51	P	1-6-20	2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V52	P	1	2	piso 2º. pavimento
Viga	V53	P	2-18-1-6-8	3-2-3-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V54-A	P	12-1-6-2-10-9-8	2-3-3-2-3-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V55	P	1-6	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V56	P	1	2	piso 2º. pavimento
Viga	V57	P	1	2	piso 2º. pavimento
Viga	V58	P	2-1-6	1-1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V59	P	4-1	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V61	P	1-6	3-1	piso 2º. pavimento
Viga	V62	P	1	1	piso 2º. pavimento
Viga	V64	P	6-1	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V65	P	4-1-6-8	2-2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V66	P	1-6-12	2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V67	P	1-20-6	2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V68	P	1-6-20-18-12	2-1-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V69	P	6-1	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V70	P	6-1-4	2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V71	P	1-6-4	2-1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V72	P	6-1	1-1	piso 2º. pavimento
Viga	V73	P	6-1	1-1	piso 2º. pavimento

Viga	V74	P	1-6	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V75	P	18	1	piso 2º. pavimento
Viga	V76	P	1-6	2-1	piso 2º. pavimento
Viga	V77	P	6-1	1-2	piso 2º. pavimento
Viga	V78	P	1	2	piso 2º. pavimento
Viga	V79	P	1	1	piso 2º. pavimento
Viga	V54	P	18-1-6	2-3-1	piso 2º. pavimento
Viga	V41	P	12-1-6-18-9-10	2-2-2-2-2-2	piso 2º. pavimento
Viga	V80	P	2-12-4-1-6-18-20	2-2-2-2-2-2-2	cobertura
Viga	V81	P	2-1-6-9-10-12-20-4-18	1-2-2-2-2-2-2-2-2	cobertura
Viga	V82	P	1	1	cobertura
Viga	V83	P	1-6-20	1-1-2	cobertura
Viga	V84	P	4-1-20	2-2-2	cobertura
Viga	V85	P	20-1	1-1	cobertura
Viga	V86	P	1-6-8	2-1-2	cobertura
Viga	V87	P	8-1-6-21	1-2-2-1	cobertura
Viga	V88	P	1	2	cobertura
Viga	V89	P	8-6-1	2-2-2	cobertura
Viga	V90	P	8-6-1	2-2-2	cobertura
Viga	V91	P	2-1	1-1	cobertura
Viga	V92	P	6-2-1	2-2-2	cobertura
Viga	V93	P	6-1	2-2	cobertura
Viga	V94	P	6-1	2-2	cobertura
Viga	V95	P	12-2-1-4-6-18-9-10	3-2-2-2-2-2-2-1	cobertura
Viga	V96	P	1-4-2-6-12	2-2-1-2-3	cobertura
Viga	V97	P	6-21-2-1	2-1-1-1	cobertura
Viga	V98	P	1-21-2-6	2-1-2-1	cobertura
Viga	V99	P	1-6-2	2-2-1	cobertura
Viga	V100	P	1-6-8	2-2-2	cobertura
Viga	V101	P	1	2	cobertura
Viga	V102	P	1	1	cobertura
Viga	V103	P	1	1	cobertura
Viga	V105	P	1-6-18	2-2-1	cobertura
Viga	V106	P	1-6	1-1	cobertura
Viga	V107	P	1	1	cobertura
Viga	V108	P	20-1-6	2-2-2	cobertura
Viga	V109	P	20-1-6	2-2-2	cobertura
Viga	V110	P	6-1	2-2	cobertura
Viga	V111	P	6-1	1-2	cobertura
Viga	V112	P	6-1	2-2	cobertura
Viga	V113	P	8-6-1	1-2-1	cobertura
Viga	V114	P	21	1	cobertura
Viga	V115	P	1-6	2-2	cobertura
Viga	V116	P	18-6-1	1-2-1	cobertura
Viga	V117	P	6-21-1	1-2-1	cobertura
Viga	V118	P	4-16-6-12-2-1	2-2-2-2-2-3	cobertura
Viga	V119	P	2-18-1-6-8-12-4-10	2-1-2-2-2-2-2-2	cobertura
Viga	V118-A	P	12-2-16-1-4-6	2-2-2-2-2-2	cobertura
Viga	V119-A	P	1-6-2-8-4-12-10	2-2-2-2-2-2-2	cobertura
Laje	LL1	P	6-1	2-2	piso 1º. pavimento
Laje	LL2	P	1	2	piso 1º. pavimento
Laje	LL3	P	6	1	piso 1º. pavimento
Laje	LL4	P	1	1	piso 1º. pavimento
Laje	LL5	P	6-1	2-1	piso 1º. pavimento
Laje	LL6	P	6-1	1-1	piso 1º. pavimento
Laje	LL7	P	1-6	1-1	piso 1º. pavimento
Laje	LL8	P	6-1	1-1	piso 1º. pavimento
Laje	LL10	P	1	2	piso 1º. pavimento
Laje	LL11	P	6	1	piso 1º. pavimento
Laje	LL12	P	1	1	piso 1º. pavimento
Laje	LL13	P	6-1-2	1-1-1	piso 1º. pavimento
Laje	L31	P	6	2	forro mezanino
Laje	L1	P	6	1	forro mezanino
Laje	L2	P	6	1	forro mezanino
Laje	L3	P	4	2	forro mezanino
Laje	L4	P	4-1	2-1	forro mezanino
Laje	L5	P	6	1	forro mezanino
Laje	L9	P	6	1	forro mezanino
Laje	L12	P	6	1	forro mezanino
Laje	L14	P	6	1	forro mezanino
Laje	L15	P	20	2	forro mezanino
Laje	L16	P	20	2	forro mezanino

Laje	L17	P	6-1-2	1-1-1	forro mezanino
Laje	L18	P	6	1	forro mezanino
Laje	L19	P	6	1	forro mezanino
Laje	L20	P	6-1	1-2	forro mezanino
Laje	L22	P	1	1	forro mezanino
Laje	L23	P	6	1	forro mezanino
Laje	L24	P	6	1	forro mezanino
Laje	L25	P	6	1	forro mezanino
Laje	L26	P	18	1	forro mezanino
Laje	L27	P	6-2	1-1	forro mezanino
Laje	L28	P	1	1	forro mezanino
Laje	L29	P	1	2	forro mezanino
Laje	L1	P	2	2	piso 1º. pavimento
Laje	L7	P	2-6-4	2-1-2	piso 1º. pavimento
Laje	L9	P	1	2	piso 1º. pavimento
Laje	L10	P	4-16-2-9-6-10	2-2-2-2-2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L11	P	20	2	piso 1º. pavimento
Laje	L12	P	8-18-20	2-2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L15	P	1	2	piso 1º. pavimento
Laje	L22	P	8	2	piso 1º. pavimento
Laje	L23	P	1-18-2-6	1-1-1-1	piso 1º. pavimento
Laje	L24	P	6	1	piso 1º. pavimento
Laje	L27	P	6-2	2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L31	P	1-2	2-1	piso 1º. pavimento
Laje	L32	P	9-1	2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L33	P	20-1-2	2-2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L34	P	20-2	2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L38	P	4-1	2-2	piso 1º. pavimento
Laje	L39	P	1	1	piso 1º. pavimento
Laje	L40	P	2-1-18-8	1-1-1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L41	P	6-1-4	2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L42	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L43	P	1-16-10	2-2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L46	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L47	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L48	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L49	P	1-6	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L50	P	1-6	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L51	P	1	1	piso 2º. pavimento
Laje	L52	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L53	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L54	P	6-1	1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L55	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L56	P	1-6	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L61	P	1	1	piso 2º. pavimento
Laje	L62	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L63	P	6-1	1-2	piso 2º. pavimento
Laje	L64	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L65	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L67	P	1-16-2-6	2-2-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L68	P	1-6	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L69	P	1-18	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L70	P	1-2-6	2-2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L71	P	2-1	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L72	P	2-8	2-2	piso 2º. pavimento
Laje	L73	P	2-6	1-1	piso 2º. pavimento
Laje	L74	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L75	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L76	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L77	P	1	2	piso 2º. pavimento
Laje	L78	P	1-6	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L79	P	1-6	2-1	piso 2º. pavimento
Laje	L80	P	2-6	2-2	cobertura
Laje	L81	P	2-6-9-10	2-1-2-2	cobertura
Laje	L82	P	2-6	2-1	cobertura
Laje	L83	P	2-6	2-2	cobertura
Laje	L84	P	2-6-16	2-2-1	cobertura
Laje	L85	P	2-6	2-1	cobertura
Laje	L86	P	2-6	2-1	cobertura
Laje	L87	P	2-6	2-1	cobertura
Laje	L88	P	2-6	2-1	cobertura
Laje	L89	P	2-6	2-2	cobertura

Laje	L90	P	6-2	1-2	cobertura
Laje	L91	P	1-2	1-2	cobertura
Laje	L92	P	6	1	cobertura
Laje	L93	P	6	1	cobertura
Laje	L94	P	1-6-2	1-1-1	cobertura
Laje	L95	P	1-2	1-1	cobertura
Laje	L96	P	2	1	cobertura
Laje	L97	P	1-8-9-10-6	2-2-2-2-1	cobertura
Laje	L98	P	2-1	2-1	cobertura
Laje	L133	P	2-6	2-1	cobertura
Laje	L100	P	16-1-2-18	2-2-2-1	cobertura
Laje	L101	P	2-6-18	2-2-1	cobertura
Laje	L102	P	2-6-18-16	3-2-2-2	cobertura
Laje	L103	P	2-6	2-1	cobertura
Laje	L104	P	6-2	1-1	cobertura
Laje	L105	P	2-6-9	2-1-2	cobertura
Laje	L106	P	2-1-6	2-1-1	cobertura
Laje	L107	P	18	2	cobertura
Laje	L108	P	6-18-1	1-1-1	cobertura
Laje	L109	P	6	1	cobertura
Laje	L110	P	6-18	2-1	cobertura
Laje	L111	P	2-18-6-9-10-1	3-2-2-2-2-2	cobertura
Laje	L112	P	6-9-10	1-2-2	cobertura
Laje	L114	P	1-18	2-1	cobertura
Laje	L115	P	1-6	1-1	cobertura
Laje	L116	P	2-1	1-1	cobertura
Laje	L117	P	2	1	cobertura
Laje	L118	P	2-1	2-1	cobertura
Laje	L119	P	6-1-2	1-1-1	cobertura
Laje	L120	P	9-6-18	2-1-1	cobertura
Laje	L121	P	6-1-2	2-1-2	cobertura
Laje	L122	P	2-1	2-2	cobertura
Laje	L123	P	1-6	2-1	cobertura
Laje	L124	P	6-2	1-2	cobertura
Laje	L125	P	16-2-9-6	1-2-2-2	cobertura
Laje	L126	P	1-2	2-2	cobertura
Laje	L127	P	2-6	2-1	cobertura
Laje	L128	P	2	2	cobertura
Laje	L129	P	16-1	1-2	cobertura
Laje	L130	P	2-6-9-10	2-1-2-2	cobertura
Laje	L131	P	6-2	1-2	cobertura
Laje	L132	P	6-2-9-10	1-1-2-2	cobertura
Escada	PE1	P	20	2	escada 6
Escada	LE1	P	1-18	1-1	escada 6
Escada	LE2	P	1-18-4	1-1-2	escada 6
Escada	LE3	P	1-4	2-2	escada 6
Escada	PE1'	P	4	3	escada 6
Escada	LE2'	P	1-18	1-1	escada 6
Escada	VA	P	1	2	escada 8
Escada	VB	P	4-1	2-2	escada 8
Escada	VC	P	1-21	1-1	escada 8
Escada	VD	P	1-18	2-1	escada 8
Escada	VE	P	1-18-2	2-2-2	escada 8
Escada	VF	P	1-18-4	2-1-2	escada 8
Escada	Peitoril 1	S	6-4	1-2	escada 8
Escada	Peitoril 2	S	4-2	2-2	escada 8
Escada	PE1	P	1	2	escada 8
Escada	LE3	P	18	2	escada 8
Escada	VG	P	2-18	2-1	escada 9
Escada	VH	P	1	2	escada 9
Escada	Peitoril 3	S	1-18	2-2	escada 9
Escada	LE4	P	1	2	escada 9
Escada	LE5	P	1-9-18	2-2-1	escada 9
Cortina	M.A1	P	1-6-2-8-18	2-2-2-2-1	piso do térreo
Cortina	M.A1'	P	1-2-6-8	2-2-2-2	piso do térreo
Cortina	M.A2	P	18-1-6-8-2	1-2-2-2-2	piso do térreo
Cortina	M.A2'	P	1-6-8	2-2-2	piso do térreo
Cortina	M.A3	P	6-1-8-18	2-2-2-1	piso do térreo
E. Arquitetônico	EA1	S	10-6-12	3-4-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA2	S	6-10-12	3-2-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA3	S	6-10-12	2-2-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA4	S	12-6-10	2-2-2	fachada noroeste

[illegible]

E. Arquitetônico	EA77	S	12	2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA78	S	12	2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA79	S	6-12-10	2-2-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA80	S	6-10-12	2-2-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA81	S	6-12	1-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA82	S	6-12	1-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA83	S	12-6-10	2-2-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA84	S	12-6	2-1	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA85	S	6-10-12	2-2-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA86	S	12	2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA87	S	6-12	1-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA88	S	6-12	1-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA89	S	6-12	2-2	fachada noroeste
E. Arquitetônico	EA90	S	12-6-10	2-2-2	fachada noroeste

RELATÓRIO TÉCNICO DE INSPEÇÃO

Edifício: Bloco G56 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 27 e 28/05/2002 - Responsável: Ricardo Roberto. Botter

Identificação	Área nº. 1: Pilar P1								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	21,4	14,6	9,5	8,6	28,7	8,4	15,2	8,29	54,54
Carbonatação (mm)	33,9	27,6	22,1	16,7	22,6	15,1	23,0	6,97	30,30
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-12,5	-13,0	-12,6	-8,1	6,1	-6,7	-7,80	7,30	93,59
Potencial de corrosão (V)	-0,555	-0,360	-0,102	-0,251	-0,234	-0,355	-0,310	0,153	49,35

Identificação	Área nº. 2: Pilar P5								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	14,5	12,9	19,2	14,4	23,0	25,5	18,25	5,17	28,33
Carbonatação (mm)	9,0	5,0	28,9	30,9	17,9	14,8	17,75	10,44	58,82
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	5,5	7,9	-9,7	-16,5	5,1	10,7	0,5	10,94	2.188,00
Potencial de corrosão (V)	-0,022	-0,107	-0,074	-0,551	-0,127	-0,125	-0,168	0,192	114,29

Identificação	Área nº. 3: Pilar P39								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	11,6	17,9	11,4	21,3	12,1	17,2	15,25	4,14	27,15
Carbonatação (mm)	22,8	12,5	5,7	27,6	12,5	18,0	16,52	7,92	47,94
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-11,2	5,4	5,7	-6,3	-0,4	-0,8	-1,27	6,60	519,69
Potencial de corrosão (V)	-0,407	-0,495	-0,209	-0,384	-0,295	-0,279	-0,345	0,103	29,86

Identificação	Área nº. 4: Pilar P42								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	28,1	31,1	15,4	21,6	21,5	12,3	21,67	7,18	33,13
Carbonatação (mm)	24,1	17,2	18,1	17,0	17,0	20,6	19,00	2,85	15,00
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	4,0	13,9	-2,7	4,6	4,5	-8,3	2,67	7,54	282,40
Potencial de corrosão (V)	-0,247	-0,166	-0,162	-0,202	-0,159	-0,226	-0,194	0,037	19,07

Identificação	Área nº. 5: Viga VF10								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimeto (mm)	4,6	12,5	7,9	10,2	3,6	3,7	7,08	3,73	52,68
Carbonatação (mm)	17,0	16,4	20,20	23,0	16,4	16,3	18,22	2,78	15,26
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	-12,4	-3,9	-12,3	-12,8	-12,8	-12,6	-11,13	3,55	31,90
Potencial de corrosão (V)	-0,295	-0,186	-0,190	-0,214	-0,512	-0,282	-0,280	0,123	43,93

Identificação	Área nº. 6: Viga V15-A								
Ponto	1	2	3	4	5	6	Média	s	Cv em %
Revestimento (mm)									
Cobrimento (mm)	18,5	15,5	8,9	12,6	12,5	14,3	13,72	3,24	23,62
Carbonatação (mm)	15,5	18,6	10,0	13,0	18,5	18,3	15,65	3,54	22,62
Cloretos (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Exposição (mm)	3,0	-3,1	-1,1	-0,4	-6,0	-4,0	-19,33	3,15	16,30
Potencial de corrosão (V)	-0,203	-0,152	-0,119	-0,126	-0,179	-0,174	-0,159	0,033	20,75

Valores gerais da inspeção

Dados pesquisados	Média	Desvio padrão (s)	Coefficiente de variação (Cv) em %
Cobrimento (mm)	15,99	6,88	43,03
Carbonatação (mm)	18,36	6,42	34,97
Exposição (mm)	-3,16	8,11	256,65
Potencial de Corrosão (V)	-0,242	0,134	55,37

Nota: Os valores em negrito, constantes das áreas de 1 a 6, foram os considerados para efeito de introdução no relatório técnico de vistoria do dano estrutural (D) e de seu respectivo fator de intensidade (Fi), pois foram os mais elevados e prejudiciais.

ANEXO F 2

SEXTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco G56
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Planilhas de Cálculo

FORMULÁRIO PARA O CÁLCULO DO GRAU DE DETERIORAÇÃO DO ELEMENTO (Gde)

Edifício: Bloco G56 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá - PR

Data da Vistoria: 04 a 09/04/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Elemento estrutural	Relevância estrutural	Identificação	Dano estrutural	Fator de intensidade (Fi)	Fator de ponderação (Fp)	Grau do dano (D)	Grau de deterioração (Gde)	Nível de deterioração
Pilar	P	PA	1	2	6	4,80	4,80	Baixo
Pilar	P	PB	1	2	6	4,80	4,80	Baixo
Pilar	P	PC	1 20	2 2	6 10	4,80 8,00	11,00	Baixo
Pilar	P	PD	1 20	2 2	6 10	4,80 8,00	11,00	Baixo
Pilar	P	PE	1	1	6	2,40	2,40	Baixo
Pilar	P	PF	1 18	2 2	6 8	4,80 6,40	9,14	Baixo
Pilar	P	PG	1	1	6	2,40	2,40	Baixo
Pilar	P	PH	1 18	1 1	6 8	2,40 3,20	4,57	Baixo
Pilar	P	PI	1	1	6	2,40	2,40	Baixo
Pilar	P	PJ	18 1	1 1	8 6	3,20 2,40	4,57	Baixo
Pilar	P	PL	1 18	2 2	6 8	4,80 6,40	9,14	Baixo
Pilar	P	P45	1 21	2 2	6 10	4,80 8,00	11,00	Baixo
Pilar	P	P46	8 1	2 2	9 6	7,20 4,80	10,08	Baixo
Pilar	P	P47	8 1	2 1	9 6	7,20 2,40	9,00	Baixo
Pilar	P	P48	1	2	6	4,80	4,80	Baixo
Pilar	P	P49	1 18 8	2 1 2	6 8 9	4,80 3,20 7,20	10,99	Baixo
Pilar	P	P50	8 1	2 1	9 6	7,20 2,40	9,00	Baixo
Pilar	P	PM	1	2	6	4,80	4,80	Baixo
Pilar	P	PN	1 20	2 2	6 10	4,80 8,00	11,00	Baixo
Pilar	P	PO	18 1 20	1 2 2	8 6 10	3,20 4,80 8,00	12,00	Baixo
Pilar	P	PP	1	1	6	2,40	2,40	Baixo
Pilar	P	PQ	18 1	1 2	8 6	3,20 4,80	6,72	Baixo
Pilar	P	P1	6 1 10 9 5	2 2 2 1 2	10 6 7 6 7	8,00 4,80 5,60 2,40 5,60	13,58	Baixo
Pilar	P	P2	1 6 8	2 2 2	6 10 9	4,80 8,00 7,20	12,80	Baixo
Pilar	P	P3	4 6 18	3 2 2	8 10 8	32,00 8,00 6,40	41,93	Médio
Pilar	P	P4-A	20 1 18	2 3 2	10 6 8	8,00 24,00 6,40	33,00	Médio
Pilar	P	P5	1 8 9 5 10	3 2 1 2 2	6 9 6 7 7	24,00 7,20 2,40 5,60 5,60	35,14	Médio
Pilar	P	P6	1 6	2 1	6 10	4,80 4,00	6,98	Baixo

Pilar	P	P7	1 6 18 10 9	2 2 2 2 2	6 10 8 7 6	4,80 8,00 6,40 5,60 4,80	13,84	Baixo
Pilar	P	P8	1 6 9 10	2 2 2 2	6 10 6 7	4,80 8,00 4,80 5,60	13,24	Baixo
Pilar	P	P9	1 18 9 10 6	2 2 2 2 1	6 8 6 7 10	4,80 6,40 4,80 5,60 4,00	11,20	Baixo
Pilar	P	P10	6 1 10 4	2 2 2 2	10 6 7 8	8,00 4,80 5,60 6,40	13,42	Baixo
Pilar	P	P11	1 10 9 4 18	2 3 2 3 1	6 7 6 8 8	4,80 28,00 4,80 32,00 3,20	49,93	Médio
Pilar	P	P12	4 9 10 1	3 2 2 1	8 6 7 6	32,00 4,80 5,60 2,40	41,14	Médio
Pilar	P	P51	21 1 6	1 2 2	10 6 10	4,00 4,80 8,00	12,19	Baixo
Pilar	P	P52	1 6	1 1	6 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Pilar	P	P53	4 1 6	2 2 1	8 6 10	6,40 4,80 4,00	10,11	Baixo
Pilar	P	P54	1 6	2 1	6 10	4,80 4,00	6,98	Baixo
Pilar	P	P55	6 1	1 2	10 6	4,00 4,80	6,98	Baixo
Pilar	P	P56	1	1	6	2,40	2,40	Baixo
Pilar	P	P13	18 1 9	2 2 2	8 6 6	6,40 4,80 4,80	10,24	Baixo
Pilar	P	P14	4 1	2 2	8 6	6,40 4,80	9,14	Baixo
Pilar	P	P15	4 18 1 21	2 2 2 1	8 8 6 10	6,40 6,40 4,80 4,00	10,90	Baixo
Pilar	P	P16-A	1 20 18 21 8 2	1 2 2 2 3 2	6 10 8 10 9 5	2,40 8,00 6,40 8,00 36,00 4,00	52,00	Alto
Pilar	P	P17	18 4 1 21	2 2 1 3	8 8 6 10	6,40 6,40 2,40 40,00	51,01	Alto
Pilar	P	P18	4 18 1 21	2 1 1 3	8 8 6 10	6,40 3,20 2,40 40,00	49,23	Médio
Pilar	P	P19	18 1 4 21	1 2 2 3	8 6 8 10	3,20 4,80 6,40 40,00	50,59	Alto
Pilar	P	P20	4 1 18 21	2 2 1 3	8 6 8 10	6,40 4,80 3,20 40,00	50,59	Alto
Pilar	P	P21	1	2	6	4,80	4,80	Baixo

Pilar	P	P22	6 1 4	1 2 2	10 6 8	4,00 4,80 6,40	10,11	Baixo
Pilar	P	P23	1 6 18 4	2 2 1 2	6 10 8 8	4,80 8,00 3,20 6,40	13,14	Baixo
Pilar	P	P24	1 18 4	2 2 2	6 8 8	4,80 3,20 3,20	7,54	Baixo
Pilar	P	P25	1 4 10 9 6	2 3 3 2 1	6 8 7 6 10	4,80 32,00 28,00 4,80 4,00	50,09	Alto
Pilar	P	P26	1 18 4 6	2 3 2 2	6 8 8 10	4,80 32,00 6,40 8,00	44,00	Médio
Pilar	P	P27	1 4 18 8	2 2 2 2	6 8 8 9	4,80 6,40 6,40 7,20	12,31	Baixo
Pilar	P	P28	4 18 1 2	2 1 2 2	8 8 6 5	6,40 3,20 4,80 4,00	10,57	Baixo
Pilar	P	P29-A	1 20 4 21 18	2 2 2 2 2	6 10 8 10 8	4,80 8,00 6,40 8,00 6,40	14,10	Baixo
Pilar	P	P30	18 4 1 21 8	2 2 2 2 2	8 8 6 10 9	6,40 6,40 4,80 8,00 7,20	14,05	Baixo
Pilar	P	P31	1 4 18 8 21	2 2 1 2 2	6 8 8 9 10	4,80 6,40 3,20 7,20 8,00	13,84	Baixo
Pilar	P	P32	4 1 21 8	2 2 2 2	8 6 10 9	6,40 4,80 8,00 7,20	13,58	Baixo
Pilar	P	P33	18 8 1	2 2 2	8 9 6	6,40 7,20 4,80	11,58	Baixo
Pilar	P	P34	2 18	2 1	5 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
Pilar	P	P35	4 6 1 18	2 2 2 1	8 10 6 8	6,40 8,00 4,80 3,20	13,14	Baixo
Pilar	P	P36	1 6 9 10	2 2 2 2	6 10 6 7	4,80 8,00 4,80 5,60	13,24	Baixo
Pilar	P	P37	4 6 18 1	2 2 2 2	8 10 8 6	6,40 8,00 6,40 4,80	13,50	Baixo
Pilar	P	P38	1 6 10	3 2 2	6 10 7	24,00 8,00 5,60	32,68	Médio
Pilar	P	P39	18 1 6 9 10 5	1 2 2 2 2 2	8 6 10 6 7 7	3,20 4,80 8,00 4,80 5,60 5,60	14,00	Baixo

Pilar	P	P40	18 1 6 10	1 2 2 2	8 6 10 7	3,20 4,80 8,00 5,60	13,04	Baixo
Pilar	P	P41-A	1 20 8 6	1 2 2 1	6 10 9 10	2,40 8,00 7,20 4,00	13,04	Baixo
Pilar	P	P42	1 2 9 5	2 2 1 2	6 5 6 7	4,80 4,00 2,40 5,60	9,33	Baixo
Pilar	P	P43	4 1 18 6	2 2 2 2	8 6 8 10	6,40 4,80 6,40 8,00	13,50	Baixo
Pilar	P	P44	6 1 18 10	2 2 2 2	10 6 8 7	8,00 4,80 6,40 5,60	13,42	Baixo
Pilar	P	P4-B	20 1 18	2 2 2	10 6 8	8,00 4,80 6,40	12,67	Baixo
Pilar	P	P16-B	4 18 1 20 21	2 1 2 2 2	8 8 6 10 10	6,40 3,20 4,80 8,00 8,00	13,89	Baixo
Pilar	P	P29-B	1 20 4 18	2 2 2 1	6 10 8 8	4,80 8,00 6,40 3,20	13,14	Baixo
Pilar	P	P41-B	20 8 1 6	2 2 1 1	10 9 6 10	8,00 7,20 2,40 4,00	13,04	Baixo
Pilar	P	PA'	1 8	2 2	6 9	4,80 7,20	10,08	Baixo
Pilar	P	PB'	9 10 6 1	2 2 2 2	6 7 10 6	4,80 5,60 8,00 4,80	13,24	Baixo
Pilar	P	PD'	18 1 8 21	1 1 2 1	8 6 9 10	3,20 2,40 7,20 4,00	11,31	Baixo
Pilar	P	PF''	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Pilar	P	PA''	6	2	10	8,00	8,00	Baixo
Pilar	P	PB''	1 6	1 2	6 10	2,40 8,00	9,85	Baixo
Pilar	P	PD''	1 4	1 2	6 8	2,40 6,40	8,15	Baixo
Pilar	P	PE''	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Pilar	P	PF''	4 18	2 1	8 8	6,40 3,20	8,53	Baixo
Viga	P	VV4A	4	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	VV1	1 6	1 1	4 10	1,60 4,00	5,14	Baixo
Viga	P	VV3	1 6 18 16	2 2 2 2	4 10 8 6	3,20 8,00 6,40 4,80	13,14	Baixo
Viga	P	VV4	1 18 6 4	2 1 1 2	4 8 10 8	3,20 3,20 4,00 6,40	10,36	Baixo
Viga	P	VV5	6 1	1 2	10 4	4,00 3,20	5,78	Baixo
Viga	P	VV6	1 6	2 1	4 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Viga	P	VV7	1 8 4 18	1 2 2 2	4 7 8 8	1,60 5,60 6,40 6,40	10,75	Baixo

Viga	P	VV8	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	VV9	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	VV10	18 1	1 1	8 4	3,20 1,60	4,27	Baixo
Viga	P	VV11	1 6	2 1	4 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Viga	P	VF1	1 18 6	2 2 2	4 8 10	3,20 6,40 8,00	12,36	Baixo
Viga	P	VF2	6 1 18	2 2 3	10 4 8	8,00 3,20 32,00	40,30	Médio
Viga	P	VF3	1 18	2 2	4 8	3,20 6,40	8,53	Baixo
Viga	P	VF4	1 18 4	2 2 3	4 8 8	3,20 6,40 32,00	39,38	Médio
Viga	P	VF5	1 4 9 10	2 2 2 2	4 8 6 7	3,20 6,40 4,80 5,60	10,75	Baixo
Viga	P	VF6	6 1 18	1 2 2	10 4 8	4,00 3,20 6,40	9,79	Baixo
Viga	P	VF7	18 1	2 2	8 4	6,40 3,20	8,53	Baixo
Viga	P	VF8	1 18	2 2	4 8	3,20 6,40	8,53	Baixo
Viga	P	VF9	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	VF10	1 6 9 5 10	2 1 1 2 2	4 10 6 7 7	3,20 4,00 2,40 5,60 5,60	9,69	Baixo
Viga	P	VF11	1 18 6 4	2 2 1 2	4 8 10 8	3,20 6,40 4,00 6,40	10,75	Baixo
Viga	P	VF12	1 8	2 2	4 7	3,20 5,60	7,64	Baixo
Viga	P	VF13	1 2	2 2	4 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
Viga	P	VF14	4 1 18 9	2 4 2 2	8 4 8 6	6,40 40,00 6,40 4,80	52,22	Alto
Viga	P	VF15	2 8	2 2	5 7	4,00 5,60	6,33	Baixo
Viga	P	VF16	1 9 18	2 2 2	4 6 8	3,20 4,80 6,40	9,96	Baixo
Viga	P	VF17	20 1 4 2	2 2 3 2	8 4 8 5	6,40 3,20 32,00 4,00	41,54	Médio
Viga	P	VF18	18 20	2 2	8 8	6,40 6,40	9,60	Baixo
Viga	P	VF19	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	VF20	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	VF21	18 1	2 2	8 4	6,40 3,20	8,53	Baixo
Viga	P	VF23	18 1	2 1	8 4	6,40 1,60	7,68	Baixo
Viga	P	VF24	18 1 4 2	2 2 3 2	8 4 8 5	6,40 3,20 32,00 4,00	41,54	Médio
Viga	P	VF25	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	VF26	18	2	8	6,40	6,40	Baixo
Viga	P	VF27	1 18	2 1	4 8	3,20 3,20	4,80	Baixo
Viga	P	VF28	1 6	2 1	4 10	3,20 4,00	5,78	Baixo

Viga	P	VF29	18 4 1	2 2 2	8 8 4	6,40 6,40 3,20	10,24	Baixo
Viga	P	VF30	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	VF31	1 6	2 1	4 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Viga	P	VF32	6 1 18	1 2 1	10 4 8	4,00 3,20 3,20	6,46	Baixo
Viga	P	VB	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	VC	1 6	1 1	4 10	1,60 4,00	5,14	Baixo
Viga	P	VD	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	VE	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	VF	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	VG	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	VH	6 1	1 1	10 4	4,00 1,60	5,14	Baixo
Viga	P	VI	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	VK	1 6	1 1	4 10	1,60 4,00	5,14	Baixo
Viga	P	VM	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	VO	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	VP	6 1	1 1	10 4	4,00 1,60	5,14	Baixo
Viga	P	VI	1 12 20 18 2 6	2 2 2 2 2 1	4 5 8 8 5 10	3,20 4,00 6,40 6,40 4,00 4,00	11,34	Baixo
Viga	P	V2-A	1 6 4 9 10 2 12	2 2 2 2 2 3 2	4 10 8 6 7 5 5	3,20 8,00 6,40 4,80 5,60 20,00 4,00	32,31	Médio
Viga	P	V3	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V4	20 4 1 6 18 9	2 3 3 2 2 2	8 8 4 10 8 6	6,40 32,00 16,00 8,00 6,40 4,80	50,09	Alto
Viga	P	V5	4 18 20 1 6	3 2 2 3 2	8 8 8 4 10	32,00 6,40 6,40 16,00 8,00	49,12	Médio
Viga	P	V6	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V8	1 18	2 2	4 8	3,20 6,40	8,53	Baixo
Viga	P	V9	6 18 21 4 1	1 1 2 1 1	10 8 8 8 4	4,00 3,20 6,40 3,20 1,60	10,57	Baixo
Viga	P	V10	21 18 1 6	1 1 2 1	8 8 4 10	3,20 3,20 3,20 4,00	6,82	Baixo
Viga	P	V11	6 1 4	1 2 2	10 4 8	4,00 3,20 6,40	9,79	Baixo
Viga	P	V12	6 18 4 1	1 1 2 1	10 8 8 4	4,00 3,20 6,40 1,60	10,11	Baixo
Viga	P	V14	1 4 6 18	2 2 1 2	4 8 10 8	3,20 6,40 4,00 3,20	10,36	Baixo

Viga	P	V15-A	1 6 2 4 21 18 12 9 5	2 2 3 2 2 1 2 1 2	4 10 5 8 8 8 5 6 7	3,20 8,00 20,00 6,40 6,40 3,20 4,00 2,40 5,60	33,24	Médio
Viga	P	V16	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V18	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V19	1 6	1 2	4 10	1,60 8,00	9,33	Baixo
Viga	P	V20	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V23	1 4	2 2	4 8	3,20 6,40	8,53	Baixo
Viga	P	V25	6 1 2 18 21	1 2 2 2 1	10 4 5 8 8	4,00 3,20 4,00 6,40 3,20	10,83	Baixo
Viga	P	V26	18 6	1 1	8 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Viga	P	V27	6 18 1	1 2 2	10 8 4	4,00 6,40 3,20	9,79	Baixo
Viga	P	V28	1 20 6	1 2 1	4 8 10	1,60 6,40 4,00	9,39	Baixo
Viga	P	V29	6 1 20 18	1 1 2 1	10 4 8 8	4,00 1,60 6,40 3,20	10,11	Baixo
Viga	P	V30	6 1	1 1	10 4	4,00 1,60	5,14	Baixo
Viga	P	V31	1 6 18	1 1 2	4 10 8	1,60 4,00 6,40	9,39	Baixo
Viga	P	V32	6 1	1 1	10 4	4,00 1,60	5,14	Baixo
Viga	P	V33	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V34	18 1 6	1 1 1	8 4 10	3,20 1,60 4,00	6,18	Baixo
Viga	P	V35	6 21 1	1 1 1	10 8 4	4,00 3,20 1,60	6,18	Baixo
Viga	P	V37	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V38	6 2 1	1 2 2	10 5 4	4,00 4,00 3,20	6,57	Baixo
Viga	P	V39	18 1	1 2	8 4	3,20 3,20	4,80	Baixo
Viga	P	V14-A	6 12 1 2 4	3 2 2 2 2	10 5 4 5 8	40,00 4,00 3,20 4,00 6,40	52,22	Alto
Viga	P	V1-A	4 12 6 1 18 2	2 2 3 2 2 2	8 5 10 4 8 5	6,40 4,00 40,00 3,20 6,40 4,00	50,00	Alto
Viga	P	V15	1 6	3 1	4 10	16,00 4,00	19,20	Baixo
Viga	P	V2	1 18 20 6 12 8 2	2 2 2 2 2 2 2	4 8 8 10 5 7 5	3,20 6,40 6,40 8,00 4,00 5,60 4,00	14,30	Baixo

Viga	P	V40	2 20 12 18 1 6	2 2 2 2 2 2	5 8 5 8 4 10	4,00 6,40 4,00 6,40 3,20 8,00	14,00	Baixo
Viga	P	V41-A	6 1 21 10 9 8 2 4 12	3 3 2 3 2 2 2 2 2	10 4 8 7 6 7 5 8 5	40,00 16,00 6,40 28,00 4,80 5,60 4,00 6,40 4,00	66,11	Alto
Viga	P	V42	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V43	1 6 8	3 1 2	4 10 7	16,00 4,00 5,60	22,00	Médio
Viga	P	V44	1 6 8	2 1 2	4 10 7	3,20 4,00 5,60	8,75	Baixo
Viga	P	V45	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V47	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V48	1 6 4 20	2 1 2 2	4 10 8 8	3,20 4,00 6,40 6,40	10,75	Baixo
Viga	P	V49	1 6 20	2 1 2	4 10 8	3,20 4,00 6,40	9,79	Baixo
Viga	P	V53-A	6 12 1 16 2 4 18	2 2 2 2 2 2 2	10 5 4 6 5 8 8	8,00 4,00 3,20 4,80 4,00 6,40 6,40	14,26	Baixo
Viga	P	V43-A	16 6 12 1 2 4 18	2 2 2 2 2 2 1	6 10 5 4 5 8 8	4,80 8,00 4,00 3,20 4,00 6,40 3,20	14,10	Baixo
Viga	P	V50	1 6 2 20	2 1 2 2	4 10 5 8	3,20 4,00 4,00 6,40	10,47	Baixo
Viga	P	V51	1 6 20	2 1 2	4 10 8	3,20 4,00 6,40	9,79	Baixo
Viga	P	V52	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V53	2 18 1 6 8	3 2 3 1 2	5 8 4 10 7	20,00 6,40 16,00 4,00 5,60	32,31	Médio
Viga	P	V54-A	12 1 6 2 10 9 8	2 3 3 2 3 2 2	5 4 10 5 7 6 7	4,00 16,00 40,00 4,00 28,00 4,80 5,60	64,38	Alto
Viga	P	V55	1 6	2 1	4 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Viga	P	V56	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V57	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V58	2 1 6	1 1 1	5 4 10	2,00 1,60 4,00	5,89	Baixo
Viga	P	V59	4 1	2 1	8 4	6,40 1,60	7,68	Baixo

Viga	P	V61	1 6	3 1	4 10	16,00 4,00	19,20	Baixo
Viga	P	V62	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V64	6 1	1 1	10 4	4,00 1,60	5,14	Baixo
Viga	P	V65	4 1 6 8	2 2 1 2	8 4 10 7	6,40 3,20 4,00 5,60	10,67	Baixo
Viga	P	V66	1 6 12	2 1 2	4 10 5	3,20 4,00 4,00	6,57	Baixo
Viga	P	V67	1 20 6	2 2 2	4 8 10	3,20 6,40 8,00	12,36	Baixo
Viga	P	V68	1 6 20 18 12	2 1 2 2 2	4 10 8 8 5	3,20 4,00 6,40 6,40 4,00	11,09	Baixo
Viga	P	V69	6 1	1 1	10 4	4,00 1,60	5,14	Baixo
Viga	P	V70	6 1 4	2 1 2	10 4 8	8,00 1,60 6,40	12,00	Baixo
Viga	P	V71	1 6 4	2 1 2	4 10 8	3,20 4,00 6,40	9,79	Baixo
Viga	P	V72	6 1	1 1	10 4	4,00 1,60	5,14	Baixo
Viga	P	V73	6 1	1 1	10 4	4,00 1,60	5,14	Baixo
Viga	P	V74	1 6	2 1	4 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Viga	P	V75	18	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V76	1 6	2 1	4 10	3,20 4,00	5,78	Baixo
Viga	P	V77	6 1	1 2	10 4	4,00 3,20	5,78	Baixo
Viga	P	V78	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V79	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V54	18 1 6	2 3 1	8 4 10	6,40 16,00 4,00	22,30	Médio
Viga	P	V41	12 1 6 18 9 10	2 2 2 2 2 2	5 4 10 8 6 7	4,00 3,20 8,00 6,40 4,80 5,60	14,00	Baixo
Viga	P	V80	2 12 4 1 6 18 20	2 2 2 2 2 2 2	5 5 8 4 10 8 8	4,00 4,00 6,40 3,20 8,00 6,40 6,40	14,33	Baixo
Viga	P	V81	2 1 6 9 10 12 20 4 18	1 2 2 2 2 2 2 2 2	5 4 10 6 7 5 8 8 8	2,00 3,20 8,00 4,80 5,60 4,00 6,40 6,40 6,40	14,63	Baixo
Viga	P	V82	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V83	1 6 20	1 1 2	4 10 8	1,60 4,00 6,40	9,39	Baixo
Viga	P	V84	4 1 20	2 2 2	8 4 8	6,40 3,20 6,40	10,24	Baixo

Viga	P	V85	20 1	1 1	8 4	3,20 1,60	4,27	Baixo
Viga	P	V86	1 6 8	2 1 2	4 10 7	3,20 4,00 5,60	8,75	Baixo
Viga	P	V87	8 1 6 21	1 2 2 1	7 4 10 8	2,80 3,20 4,00 3,20	6,79	Baixo
Viga	P	V88	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V89	8 6 1	2 2 2	7 10 4	5,60 8,00 3,20	12,19	Baixo
Viga	P	V90	8 6 1	2 2 2	7 10 4	5,60 8,00 3,20	12,19	Baixo
Viga	P	V91	2 1	1 1	5 4	2,00 1,60	2,89	Baixo
Viga	P	V92	6 2 1	2 2 2	10 5 4	8,00 4,00 3,20	11,79	Baixo
Viga	P	V93	6 1	2 2	10 4	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	V94	6 1	2 2	10 4	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	V95	12 2 1 4 6 18 9 10	3 2 2 2 2 2 2 2	5 5 4 8 10 8 6 7	20,00 4,00 3,20 6,40 8,00 6,40 4,80 5,60	33,15	Médio
Viga	P	V96	1 4 2 6 12	2 2 1 2 3	4 8 5 10 5	3,20 6,40 2,00 8,00 20,00	29,90	Médio
Viga	P	V97	6 21 2 1	2 1 1 1	10 8 5 4	8,00 3,20 2,00 1,60	11,68	Baixo
Viga	P	V98	1 21 2 6	2 1 2 1	4 8 5 10	3,20 3,20 4,00 4,00	6,89	Baixo
Viga	P	V99	1 6 2	2 2 1	4 10 5	3,20 8,00 2,00	11,15	Baixo
Viga	P	V100	1 6 8	2 2 2	4 10 7	3,20 8,00 5,60	12,19	Baixo
Viga	P	V101	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V102	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V103	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V105	1 6 18	2 2 1	4 10 8	3,20 8,00 3,20	11,56	Baixo
Viga	P	V106	1 6	1 1	4 10	1,60 4,00	5,14	Baixo
Viga	P	V107	1	1	4	1,60	1,60	Baixo
Viga	P	V108	20 1 6	2 2 2	8 4 10	6,40 3,20 8,00	12,36	Baixo
Viga	P	V109	20 1 6	2 2 2	8 4 10	6,40 3,20 8,00	12,36	Baixo
Viga	P	V110	6 1	2 2	10 4	8,00 3,20	10,29	Baixo
Viga	P	V111	6 1	1 2	10 4	4,00 3,20	5,78	Baixo
Viga	P	V112	6 1	2 2	10 4	8,00 3,20	10,29	Baixo

Viga	P	V113	8 6 1	1 2 1	7 10 4	2,80 8,00 1,60	10,84	Baixo
Viga	P	V114	21	1	8	3,20	3,20	Baixo
Viga	P	V115	1 6	2 2	4 10	3,20 8,00	10,29	Baixo
Viga	P	V116	18 6 1	1 2 1	8 10 4	3,20 8,00 1,60	11,00	Baixo
Viga	P	V117	6 21 1	1 2 1	10 8 4	4,00 6,40 1,60	9,39	Baixo
Viga	P	V118	4 16 6 12 2 1	2 2 2 2 2 3	8 6 10 5 5 4	6,40 4,80 8,00 4,00 4,00 16,00	26,07	Médio
Viga	P	V119	2 18 1 6 8 12 4 10	2 1 2 2 2 2 2 2	5 8 4 10 7 5 8 7	4,00 3,20 3,20 8,00 5,60 4,00 6,40 5,60	14,40	Baixo
Viga	P	V118-A	12 2 16 1 4 6	2 2 2 2 2 2	5 5 6 4 8 10	4,00 4,00 4,80 3,20 6,40 8,00	13,89	Baixo
Viga	P	V119-A	1 6 2 8 4 12 10	2 2 2 2 2 2 2	4 10 5 7 8 5 7	3,20 8,00 4,00 5,60 6,40 4,00 5,60	14,26	Baixo
Laje	P	LL1	6 1	2 2	10 5	8,00 4,00	10,67	Baixo
Laje	P	LL2	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	LL3	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	LL4	1	1	5	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	LL5	6 1	2 1	10 5	8,00 2,00	9,60	Baixo
Laje	P	LL6	6 1	1 1	10 5	4,00 2,00	5,33	Baixo
Laje	P	LL7	1 6	1 1	5 10	2,00 4,00	5,33	Baixo
Laje	P	LL8	6 1	1 1	10 5	4,00 2,00	5,33	Baixo
Laje	P	LL10	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	LL11	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	LL12	1	1	05	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	LL13	6 1 2	1 1 1	10 5 3	4,00 2,00 1,20	5,78	Baixo
Laje	P	L31	6	2	10	8,00	8,00	Baixo
Laje	P	L1	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L2	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L3	4	2	8	6,40	6,40	Baixo
Laje	P	L4	4 1	2 1	8 5	6,40 2,00	7,92	Baixo
Laje	P	L5	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L9	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L12	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L14	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L15	20	2	6	4,80	4,80	Baixo
Laje	P	L16	20	2	6	4,80	4,80	Baixo
Laje	P	L17	6 1 2	1 1 1	10 5 3	4,00 2,00 1,20	5,78	Baixo
Laje	P	L18	6	1	10	4,00	4,00	Baixo

Laje	P	L19	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L20	6 1	1 2	10 5	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L22	1	1	5	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	L23	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L24	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L25	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L26	18	1	7	2,80	2,80	Baixo
Laje	P	L27	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L28	1	1	5	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	L29	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L1	2	2	3	2,40	2,40	Baixo
Laje	P	L7	2 6 4	2 1 2	3 10 8	2,40 4,00 6,40	9,60	Baixo
Laje	P	L9	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L10	4 16 2 9 6 10	2 2 2 2 2 2	8 6 3 6 10 7	6,40 4,80 2,40 4,80 8,00 5,60	14,00	Baixo
Laje	P	L11	20	2	6	4,80	4,80	Baixo
Laje	P	L12	8 18 20	2 2 2	7 7 6	5,60 5,60 4,80	9,24	Baixo
Laje	P	L15	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L22	8	2	7	5,60	5,60	Baixo
Laje	P	L23	1 18 2 6	1 1 1 1	5 7 3 10	2,00 2,80 1,20 4,00	6,40	Baixo
Laje	P	L24	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L27	6 2	2 2	10 3	8,00 2,40	9,85	Baixo
Laje	P	L31	1 2	2 1	5 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L32	9 1	2 2	6 5	4,80 4,00	6,98	Baixo
Laje	P	L33	20 1 2	2 2 2	6 5 3	4,80 4,00 2,40	7,54	Baixo
Laje	P	L34	20 2	2 2	6 3	4,80 2,40	6,40	Baixo
Laje	P	L38	4 1	2 2	8 5	6,40 4,00	8,86	Baixo
Laje	P	L39	1	1	5	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	L40	2 1 18 8	1 1 1 2	3 5 7 7	1,20 2,00 2,80 5,60	8,50	Baixo
Laje	P	L41	6 1 4	2 2 2	10 5 8	8,00 4,00 6,40	12,52	Baixo
Laje	P	L42	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L43	1 16 10	2 2 2	5 6 7	4,00 4,80 5,60	9,02	Baixo
Laje	P	L46	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L47	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L48	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L49	1 6	2 1	5 10	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L50	1 6	2 1	5 10	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L51	1	1	5	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	L52	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L53	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L54	6 1	1 2	10 5	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L55	1	2	5	4,00	4,00	Baixo

Laje	P	L56	1 6	2 2	5 10	4,00 8,00	10,67	Baixo
Laje	P	L61	1	1	5	2,00	2,00	Baixo
Laje	P	L62	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L63	6 1	1 2	10 5	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L64	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L65	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L67	1 16 2 6	2 2 2 1	5 6 3 10	4,00 4,80 2,40 4,00	8,08	Baixo
Laje	P	L68	1 6	2 1	5 10	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L69	1 18	1 1	5 7	2,00 2,80	3,97	Baixo
Laje	P	L70	1 2 6	2 2 1	5 3 7	4,00 2,40 4,00	6,46	Baixo
Laje	P	L71	2 1	2 1	3 5	2,40 2,00	3,49	Baixo
Laje	P	L72	2 8	2 2	3 7	2,40 5,60	7,28	Baixo
Laje	P	L73	2 6	1 1	3 10	1,20 4,00	4,92	Baixo
Laje	P	L74	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L75	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L76	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L77	1	2	5	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L78	1 6	2 1	5 10	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L79	1 6	2 1	5 10	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L80	2 6	2 2	3 10	2,40 8,00	9,85	Baixo
Laje	P	L81	2 6 9 10	2 1 2 2	3 10 6 7	2,40 4,00 4,80 5,60	9,33	Baixo
Laje	P	L82	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L83	2 6	2 2	3 10	2,40 8,00	9,85	Baixo
Laje	P	L84	2 6 16	2 2 1	3 10 6	2,40 8,00 2,40	11,00	Baixo
Laje	P	L85	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L86	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L87	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L88	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L89	2 6	2 2	3 10	2,40 8,00	9,85	Baixo
Laje	P	L90	6 2	1 2	10 3	4,00 2,40	5,50	Baixo
Laje	P	L91	1 2	1 2	5 3	2,00 2,40	3,49	Baixo
Laje	P	L92	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L93	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L94	1 6 2	1 1 1	5 10 3	2,00 4,00 1,20	5,78	Baixo
Laje	P	L95	1 2	1 1	5 3	2,00 1,20	2,75	Baixo
Laje	P	L96	2	1	3	1,20	1,20	Baixo
Laje	P	L97	1 8 9 10 6	2 2 2 2 1	5 7 6 7 10	4,00 5,60 4,80 5,60 4,00	9,89	Baixo

Laje	P	L98	2 1	2 1	3 5	2,40 2,00	3,49	Baixo
Laje	P	L133	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L100	16 1 2 18	2 2 2 1	6 5 3 7	4,80 4,00 2,40 2,80	7,95	Baixo
Laje	P	L101	2 6 18	2 2 1	3 10 7	2,40 8,00 2,80	11,15	Baixo
Laje	P	L102	2 6 18 16	3 2 2 2	3 10 7 6	12,00 8,00 5,60 4,80	19,26	Baixo
Laje	P	L103	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L104	6 2	1 1	10 3	4,00 1,20	4,92	Baixo
Laje	P	L105	2 6 9	2 1 2	3 10 6	2,40 4,00 4,80	7,54	Baixo
Laje	P	L106	2 1 6	2 1 1	3 5 10	2,40 2,00 4,00	6,10	Baixo
Laje	P	L107	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Laje	P	L108	6 18 1	1 1 1	10 7 5	4,00 2,80 2,00	6,18	Baixo
Laje	P	L109	6	1	10	4,00	4,00	Baixo
Laje	P	L110	6 18	2 1	10 7	8,00 2,80	10,07	Baixo
Laje	P	L111	2 18 6 9 10 1	3 2 2 2 2 2	3 7 10 6 7 5	12,00 5,60 8,00 4,80 5,60 4,00	20,40	Médio
Laje	P	L112	6 9 10	1 2 2	10 6 7	4,00 4,80 5,60	9,02	Baixo
Laje	P	L114	1 18	2 1	5 7	4,00 2,80	5,65	Baixo
Laje	P	L115	1 6	1 1	5 10	2,00 4,00	5,33	Baixo
Laje	P	L116	2 1	1 1	3 5	1,20 2,00	2,75	Baixo
Laje	P	L117	2	1	3	1,20	1,20	Baixo
Laje	P	L118	2 1	2 1	3 5	2,40 2,00	3,49	Baixo
Laje	P	L119	6 1 2	1 1 1	10 5 3	4,00 2,00 1,20	5,78	Baixo
Laje	P	L120	9 6 18	2 1 1	6 10 7	4,80 4,00 2,80	7,61	Baixo
Laje	P	L121	6 1 2	2 1 2	10 5 3	8,00 2,00 2,40	10,84	Baixo
Laje	P	L122	2 1	2 2	3 5	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L123	1 6	2 1	5 10	4,00 4,00	6,00	Baixo
Laje	P	L124	6 2	1 2	10 3	4,00 2,40	5,50	Baixo
Laje	P	L125	16 2 9 6	1 2 2 2	6 3 6 10	2,40 2,40 4,80 8,00	12,36	Baixo
Laje	P	L126	1 2	2 2	5 3	4,00 2,40	5,50	Baixo

Laje	P	L127	2 6	2 1	3 10	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L128	2	2	3	2,40	2,40	Baixo
Laje	P	L129	16 1	1 2	6 5	2,40 4,00	5,50	Baixo
Laje	P	L130	2 6 9 10	2 1 2 2	3 10 6 7	2,40 4,00 4,80 5,60	9,33	Baixo
Laje	P	L131	6 2	1 2	10 3	4,00 2,40	5,50	Baixo
Laje	P	L132	6 2 9 10	1 1 2 2	10 3 6 7	4,00 1,20 4,80 5,60	9,19	Baixo
Escada	P	PE1	20	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	LE1	1 18	1 1	4 7	1,60 2,80	3,82	Baixo
Escada	P	LE2	1 18 4	1 1 2	4 7 8	1,60 2,80 6,40	9,01	Baixo
Escada	P	LE3	1 4	2 2	4 8	3,20 6,40	8,53	Baixo
Escada	P	PE1'	4	3	8	32,00	32,00	Médio
Escada	P	LE2'	1 18	1 1	4 7	1,60 2,80	3,82	Baixo
Escada	P	VA	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Escada	P	VB	4 1	2 2	8 4	6,40 3,20	8,53	Baixo
Escada	P	VC	1 21	1 1	4 7	1,60 2,80	3,82	Baixo
Escada	P	VD	1 18	2 1	4 7	3,20 2,80	4,69	Baixo
Escada	P	VE	1 18 2	2 2 2	4 7 5	3,20 5,60 4,00	8,75	Baixo
Escada	P	VF	1 18 4	2 1 2	4 7 8	3,20 2,80 6,40	9,50	Baixo
Escada	S	Peitoril 1	6 4	1 2	10 8	4,00 6,40	8,86	Baixo
Escada	S	Peitoril 2	4 2	2 2	8 5	6,40 4,00	8,86	Baixo
Escada	P	PE1	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Escada	P	LE3	18	2	7	5,60	5,60	Baixo
Escada	P	VG	2 18	2 1	5 7	4,00 2,80	5,65	Baixo
Escada	P	VH	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Escada	S	Peitoril 3	1 18	2 2	4 7	3,20 5,60	7,64	Baixo
Escada	P	LE4	1	2	4	3,20	3,20	Baixo
Escada	P	LE5	1 9 18	2 2 1	4 6 7	3,20 4,80 2,80	7,47	Baixo
Cortina	P	M.A1	1 6 2 8 18	2 2 2 2 1	5 10 5 7 8	4,00 8,00 4,00 5,60 3,20	13,42	Baixo
Cortina	P	M.A1'	1 2 6 8	2 2 2 2	5 5 10 7	4,00 4,00 8,00 5,60	13,04	Baixo
Cortina	P	M.A2	18 1 6 8 2	1 2 2 2 2	8 5 10 7 5	3,20 4,00 8,00 5,60 4,00	13,42	Baixo
Cortina	P	M.A2'	1 6 8	2 2 2	5 10 7	4,00 8,00 5,60	12,36	Baixo

Cortina	P	M.A3	6 1 8 18	2 2 2 1	10 5 7 8	8,00 4,00 5,60 3,20	12,92	Baixo
E. arquitetônico	S	EA1	10 6 12	3 4 2	7 8 5	28,00 80,00 4,00	102,86	Crítico
E. arquitetônico	S	EA2	6 10 12	3 2 2	8 7 5	32,00 5,60 4,00	39,38	Médio
E. arquitetônico	S	EA3	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA4	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA5	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA6	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA7	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA8	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. Arquitetônico	S	EA9	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA10	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. Arquitetônico	S	EA11	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA12	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA13	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA14	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA15	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA16	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA17	6 10 12	3 2 2	8 7 5	32,00 5,60 4,00	39,38	Médio
E. arquitetônico	S	EA18	6 10 12	3 2 2	8 7 5	32,00 5,60 4,00	39,38	Médio
E. arquitetônico	S	EA19	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA20	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA21	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA22	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA23	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA24	6 12	2 2	8 5	6,40 4,00	8,86	Baixo
E. arquitetônico	S	EA25	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo

E. arquitetônico	S	EA26	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA27	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA28	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA29	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA30	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA31	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA32	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA33	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA34	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA35	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA36	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA37	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA38	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA39	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA40	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA41	6 10 9 12	4 3 2 2	8 7 6 5	80,00 28,00 4,80 4,00	105,21	Critico
E. arquitetônico	S	EA42	6 1 12	1 2 2	8 4 5	3,20 3,20 4,00	6,46	Baixo
E. arquitetônico	S	EA43	1 6 12	2 1 2	4 8 5	3,0 3,20 4,00	6,46	Baixo
E. arquitetônico	S	EA44	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA45	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA46	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA47	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA48	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA49	12 6	2 1	5 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA50	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA51	6 12 10	2 2 2	8 5 7	6,40 4,00 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA52	12 6 1	2 1 2	5 8 4	4,00 3,20 3,20	6,46	Baixo

E. arquitetônico	S	EA53	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA54	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA55	10 6 12	2 2 2	7 8 5	5,60 6,40 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA56	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA57	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA58	12 6	2 1	5 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA59	6 10 12	3 2 2	8 7 5	32,00 5,60 4,00	39,38	Médio
E. arquitetônico	S	EA60	12 10 6	2 2 1	5 7 8	4,00 5,60 3,20	8,75	Baixo
E. arquitetônico	S	EA61	12 6 10	2 3 2	5 8 7	4,00 32,00 5,60	39,38	Médio
E. arquitetônico	S	EA62	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA63	12 6	2 1	5 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA64	10 6 12	2 2 2	7 8 5	5,60 6,40 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA65	12 6 10	3 2 2	5 8 7	20,00 6,40 5,60	27,50	Médio
E. arquitetônico	S	EA66	12 6 10	2 3 2	5 8 7	4,00 32,00 5,60	39,38	Médio
E. arquitetônico	S	EA67	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA68	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA69	12 6	2 1	5 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA70	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA71	6 12 10	3 2 2	8 5 7	32,00 4,00 5,60	39,38	Médio
E. arquitetônico	S	EA72	12 6	2 1	5 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA73	12 6	2 1	5 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA74	12 6	2 1	5 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA75	12 6	2 1	5 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA76	12	2	5	4,00	4,00	Baixo
E. arquitetônico	S	EA77	12	2	5	4,00	4,00	Baixo
E. arquitetônico	S	EA78	12	2	5	4,00	4,00	Baixo
E. arquitetônico	S	EA79	6 12 10	2 2 2	8 5 7	6,40 4,00 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA80	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA81	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo

E. arquitetônico	S	EA82	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA83	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA84	12 6	2 1	5 8	4,00 3,20	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA85	6 10 12	2 2 2	8 7 5	6,40 5,60 4,00	10,24	Baixo
E. arquitetônico	S	EA86	12	2	5	4,00	4,00	Baixo
E. arquitetônico	S	EA87	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA88	6 12	1 2	8 5	3,20 4,00	5,78	Baixo
E. arquitetônico	S	EA89	6 12	2 2	8 5	6,40 4,00	8,86	Baixo
E. arquitetônico	S	EA90	12 6 10	2 2 2	5 8 7	4,00 6,40 5,60	10,24	Baixo

PLANILHA SINOPSE DOS DANOS

Edifício: Bloco G56 - Local: Maringá - Universidade Estadual de Maringá – PR

Data da Vistoria: 04 a 09/04/2002 - Responsável: Ricardo Roberto Botter

Dano	Danos à estrutura	Pilar		Viga		Laje		Escada/ rampa		Cortina		Reservatórios		Bloco		Elemento arquitetônico		Geral	
		%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau	%	Grau
1	Segregação	30,62	391,20	32,19	590,40	27,82	238,00	38,46	41,60	23,81	20,00					1,27	9,60	25,51	1.290,80
2	Lixiviação/eflorescência	1,55	16,00	6,64	168,00	21,05	135,60	7,69	12,00	14,29	12,00							7,52	343,60
3	Desagregação																		
4	Esfoliação	11,24	284,80	7,65	368,00	2,26	38,40	17,95	70,40									6,07	761,60
5	Carbonatação ¹	1,55	22,40	0,40	11,20													0,46	33,60
6	Fissuração naceitável	10,47	176,00	21,13	720,00	29,32	380,00	2,56	4,00	23,81	40,00					36,44	784,00	22,93	2.104,00
7	Flecha / flambagem																		
8	Desvio de geometria	7,36	168,00	3,62	95,20	1,88	28,00			23,81	28,00							3,57	319,20
9	Cobrimto insuficiente	5,04	55,20	2,41	52,80	4,13	52,80	2,57	4,80							0,42	4,80	2,89	170,40
10	Corrosão	5,81	128,80	2,01	100,80	3,01	44,80									23,73	358,40	6,76	632,80
11	Cloreto (presença)																		
12	Mancha			4,43	120,00											38,14	376,00	8,50	496,00
13	Deformação lenta																		
14	Carga acidental																		
15	Agressão ambiental																		
16	Infiltração / vazamento			1,01	24,00	3,01	31,20											0,99	55,20
17	Recalque / deslocamento																		
18	Nicho de concretagem	16,28	220,80	11,87	339,20	5,26	50,40	25,64	36,40	14,28	9,60							9,72	656,40
19	Esmagamento																		
20	Junta danificada	4,65	96,00	4,43	137,60	2,26	28,80	2,56	5,60									3,11	268,00
21	Junção de elementos	5,43	228,00	2,21	48,00			2,57	2,80									1,97	278,80
Nº. elementos / grau de dano total		85	1.787,20	172	2.775,20	137	1.028,00	21	177,60	5	109,60					90	1.532,80	510	7.410,40
Mínimo/máximo grau de deterioração		2,40	52,00	1,60	66,11	1,20	20,40	3,20	32,00	12,36	13,42					4,00	105,21	1,20	105,21
Desvio padrão / média (Gde)		13,43	15,00	12,06	11,17	3,06	5,90	6,11	7,38	0,44	13,03					16,36	13,09	11,84	10,59
Fr. - principal / Gdf		5,00	44,66	5,00	41,22	4,00	20,40	3,00	32,00									Gde> 20 = 44	
Fr. - secundária / Gdf																1,00	51,12	Gd = 36,56 (Médio)	

(1) considerados somente os elementos ensaiados

ANEXO F 3

SEXTO ESTUDO DE CASO

Edificação: Bloco G56
Proprietário: Universidade Estadual de Maringá
Cidade: Maringá – PR

Documentos Fotográficos



BLOCO G56 - FACHADA SUL



BLOCO G56 - DETALHE DO ENSAIO DE CARBONATAÇÃO - PILAR P1



BLOCO G56 - DETALHE DA COLETA DE MATERIAL PARA O ENSAIO DE TEOR DE CLORETOS - PILAR P39



BLOCO G56 - DETALHE DA LEITURA DO VALOR DO POTENCIAL DE CORROSÃO - PILAR P1



BLOCO G56 - DETALHE DA LEITURA DO VALOR DO POTENCIAL DE CORROSÃO - PILAR P5